مناهل الإبداع

تحرير

كارل هـ. بفِننْغر

وڤاليري ر. شوبيك

تعريب: مها حسن بحبوح

مكتبة العبيكان

إن سَبْرَ الإبداع، تلك القوة الإنسانية في جوهرها والأروع من بين قوى العقل، كان لا يتعدى حدود مجالَيّ علم النفس والفلسفة. لكن السنوات الأخيرة حملت معها تغيّرات مثيرة فرضتها التطورات المذهلة في علم الجملة العصبية neuroscience الحديث إضافة لإدراكنا المتنامي للوظيفة الأرقى للدماغ. يبحث كتاب مناهل الإبداع، بأسلوب يعتمد على عدة فروع معرفية في بيولوجية الدماغ والإبداع إضافة إلى الوظائف المرافقة associated functions الخاصة بالعقل كالخيال imagination والإدراك perception والعاطفة emotion. ويُبيِّن الكتاب وجهات نظر كلٍّ من الفنان والعالم وعالم النفس والفيلسوف وعالم بيولوجيا الجملة العصبية neurobiologist. في هذا الكتاب، يقوم الرسام والمؤلف الموسيقي بِسَبْر العملية الإبداعية ضمن مجالَيْها في عالم الفن، ليتردد صدى ملاحظاتهما في كلمات المبدعين من رجال العلم وعلماء الرياضيات. والأمر الذي يلفت النظر هنا، هو أن تلك الملاحظات تتماشى ووصف عالم دراسة الجملة العصبية neuroscientist للطريقة التي يقوم الدماغ بواسطتها بعمليتي التخيل والإدراك. ويتفق الفنان وعالم دراسة الجملة العصبية على أن الطريقة التي تُعالج أدمغتنا بواسطتها المعلومات هي التي تحدد أسلوب الإدراك، حيث يقوم الدماغ بمقارنة الصور المُدرَكَة مع الرموز البصرية الفطرية أو تلك المُكْتَسَبة عن طريق التعلُم وذلك للتوصل لإحداث رد فعل.

إن هذا الكتاب الفريد، الذي يشد القارئ بأسلوبه الجذاب في كل صفحة من صفحاته الحافلة بالمفاجئات، يعمد إلى لَمِّ شتات مجموعة من المبدعين المتميزين القادمين من عوالم الموسيقى والفن والعلم، الذين يأخذ تنوعهم بالألباب، والنتيجة، متعة نفيسة دون ريب.

العبيكان



مناهل الإبداع



مناهل الإبداع

تحرير

كارل هـ . بفنِنْغر

و

ڤاليري ر. شوبيك

شارك فيه

بروس أدولف	جانينا غالِر	جورج ي. پالِد
توماس ر. سيتش	هوارد غاردنر	ديڤيد ي. روجرز
ديل تشيهولي	فرانسواز جيلو	غونتر س. ستينت
أنتونيو ر. داماسيو	بينوا ب. مانديلبروت	تشارلز ف. ستيڤنز

تعريب

مها حسن بحبوح

مكتبة العبيكان

Original title:
THE ORIGINS OF CREATIVITY
Was originally published in England in 2001
This translation is published by arrangement with Oxford University Press.
Copyright © Oxford University Press, 2001

All rights reserved

حقوق الطبعة العربية محفوظة للعبيكان بالتعاقد مع اكسفورد يونيڤرسيتي پرس

© العبيكان 1424 هـ ـ 2003م

الرياض 11452، المملكة العربية السعودية، شمال طريق الملك فهد مع تقاطع العروبة، ص.ب. 6672
Obeikan Publishers, North King Fahd Road, P.O.Box 6672, Riyadh 11452, Saudi Arabia
الطبعة العربية الأولى 1424 هـ ـ 2003م
ISBN 9960-40-256-8

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

بفننغر، كارل هـ. وشوبيك، ڤاليري ر.
مناهل الإبداع   تعريب: مها حسن بحبوح
560 ص، 14,5 × 21 سم
ردمك: ISBN 9960-40-256-8
1 ـ التفكير المبدع   2 ـ مؤهلات الإبداع
أ ـ بحبوح، مها حسن (تعريب)   ب ـ العنوان
ديوي 155,61   5718 ـ 1423   رقم الإيداع: 5718 ـ 1423

ردمك: ISBN 9960-40-256-8

الطبعة الأولى 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

جميع الحقوق محفوظة. ولا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

المحتوى



كلمة شكر

يشكل هذا الكتاب حصيلة مساهمات الكثير من الأشخاص المتميزين ونصائحهم وجهودهم.

نتوجه بشكر خاص إلى دار أكسفورد يونيڤرستي برس، فلولا جهود الدار لما قُدّر للكتاب أن يرى النور. كما نود أن نعبر عن امتناننا للنقاد الذين لا نعرفهم والذين ساعدت انتقاداتهم المهمة البناءة في جعلنا نحدِّد مجالات تركيز الكتاب بدقة أكبر.

تطورت فكرة الكتاب من ندوة بعنوان «الوظيفة الأرقى للدماغ، الفن والعلم: دراسة للعملية الإبداعية ضمن عدة فروع معرفية» قام بتنظيمها كارل هـ. بفيننغر وذلك تكريماً للذكرى العشرين لمعهد: Given Biomedical Institute في أسبن، كولورادو.

لقد ساعد الأشخاص الذين أسهموا في الكتاب، والذين ذُكرت أسماؤهم على الغلاف، في إنجاز المخطوط النهائي وقدموا الكثير من الرسوم التوضيحية. ولا يسعنا إلا أن نشعر بالأسى ونحن ننعى أحد مؤلفي الكتاب وهو الدكتور ديڤيد ي. روجرز، الطبيب المرموق والفنان المخلص لرسالته، لكننا نود

توجيه الشكر لزوجته، باربرا ل. روجرز، لمساعدتها لنا وتقديمها صور منحوتاته وسماحها باستعمال مقالته.

لقد قدَّم الكثير من الزملاء والأصدقاء، على شاطئي الأطلسي، النصائح والتقويمات المفيدة: الأستاذ هنري هـ. كلامان، الأستاذ ستيفان ي. غودمان، المرحوم الأستاذ فريد كيرن وبريندان ايساري من كلية الطب في جامعة كولورادو، الدكتور ج.ت. هيوز، الدكتور نورمان هيتلي، الدكتور كين فليمنغ، الدكتور ديڤيد ميلارد والأستاذ جيوفري لويس من جامعة أكسفورد. ولا يسعنا إلا التعبير عن الامتنان الكبير لمساهمتهم التي لا تُقدَّر بثمن.

ونتوجه بشكر خاص إلى أعضاء الهيئة التدريسية في جامعة كولورادو الذين أتاحوا إمكانية عقد المؤتمر الأصلي وإنجازه كما كرسوا جهوداً كبيرة لإعداد المخطوط: السيدة جانيت فيرارا من Given Biomedical Institute والسيد مارك غروث من مستشفى الطب النفسي في كولورادو، السيدة غري غريثر والسيد ديڤيد أوكيست والسيدة ميليسا إسكيبيل من قسم البيولوجيا الخلوية والبنيوية، وشكر خاص للسيدة كارميل ماكغير.

كما ونشعر بالامتنان لأمناء المكتبات وللموظفين في المؤسسات التالية وذلك لمساعدتهم في توفير المعلومات والرسوم التوضيحية: أمناء قسم Reader's Service في Radcliffe Sience Library أمناء قسم Reference في مكتبة

الكونغرس، ماري والش، MLS, Denison Memorial Library مركز العلوم الصحية في جامعة كولورادو، كين كلارك من محترف تشيهولي، كريسي إيلسي من متحف ويتني في نيويورك، غلوريا غروم من معهد الفنون في شيكاغو (ديڤيد وماري وينتون غرين أمناء قسم اللوحات الأوروبية)، لي موني من متحف توليدو للفنون، باربرا بلانت في متحف الفنون الجميلة في سبرينغ فيلد، ماساشوسيتس، إيلين كوتشر، المسؤولة عن المجموعات في دار رينولدز، متحف الفن الأمريكي في ونستون - سالم، كارولينا الشمالية، مارييت أنيتشن، Bunder Kunstmuseum، تشور زائيفي روزينكرانز، أمين سجلات ألبرت أينشتاين، ميشيل مولنار، مدير الأبحاث في متحف فرويد في لندن، ستيفاني سلون، من Pace Prints في نيويورك، جون ميسون، مساعد في قسم الأبحاث والسجلات في صالة Pace Wildenstein Gallery في نيويورك. وقد تلطف السيد تشاك كلوز بالسماح بالحصول على نسخة من إحدى لوحاته، كما سمح لنا السيد جياكوميتي - دولفي، ستامبا، سويسرا، بكل أريحية، بالحصول على نسخة من إحدى لوحات أوغستو جياكوميتي.

على الصعيد الشخصي، تود ڤاليري شوبيك أن تشكر زوجها، الدكتور فيليب شوبيك، لقيامه بقراءة المخطوط وتقديم اقتراحاته بشأنه. كما يود كارل بفننغر أن يشكر زوجته، الدكتورة ماري - فرانس ميلييه - بفننغر وولديه جان پاتريك والكساندرا،

لصبرهم وللدعم الذي قدّموه خلال الساعات الطوال التي انقضت في إعداد هذا الكتاب.

دينفر، كولورادو كارل هـ. بفننغر

أكسفورد، المملكة المتحدة ڤاليري ر. شوبيك

ملاحظة

فصول هذا الكتاب مأخوذة من محاضرات ألقاها المشتركون في الندوة المذكورة أعلاه حول «الوظيفة الأرقى للدماغ، الفن والعلم». جرت إعادة صياغة هذه المحاضرات بهدف التوضيح وتم رفدها بمواد إضافية دون المساس ببساطة أسلوبها اللغوي.

اللوحات الملونة

اللوحات الملونة موجودة بين الصفحتين 320 و321

لوحة رقم 1 ف. جيلو تجدُّد مولد شجرة

لوحة رقم 2 البنية الجزيئية molecular structure للهكسوكيناز السداسي للبروتين protein hexokinase.

لوحة رقم 3 البنية الجزيئية المعقدة للريبوزيم ribozyme.

لوحة رقم 4 نموذج عن الوظائف المعقدة للدماغ

لوحة رقم 5 تخطيط دماغ حي، مسح PET.

لوحة رقم 6 د. تشيهولي، ثريا، أكاديمية هونولولو للفنون.

لوحة رقم 7 د. تشيهولي، أسطوانة رقيقة صفراء لامعة ذات حافة زرقاء بارزة، 1990.

لوحة رقم 8 د. تشيهولي، كرات نيجيما الطافية، أكاديمية هونولولو للفنون.

لوحة رقم 9 د. تشيهولي، نافذة فنتوري Venturi، متحف سياتل للفنون.

لوحة رقم 10 د. تشيهولي، قطعة فينيسية حمراء مرقشة، 1991.

لوحة رقم 11 غابة ماكيا Macchia، 1994، متحف سانتا باربرا للفنون.

لوحة رقم 12 آ. جياكوميتي، ذكرى البدائيين الإيطاليين II، 1927، Bundner Kunstmuseum, Chur, Switzerland.

لوحة رقم 13 تَجَمُّع التقطير Percolation cluster.

لوحة رقم 14 ر. ف. فوس، منظر طبيعي كسري.

لوحة رقم 15 ر. ف. فوس، شروق كوكب كسري.

لوحة رقم 16 ف. ك. موسغريف، هبوط الليل على جزيرة حمراء.

لوحة رقم 17 منظومة مانديلبروت
لوحة رقم 18 قطعة مُصغَّرة من منظومة مانديلبروت.

رسوم توضيحية أخرى

الجزء الأول

التركيب اللولبي المزدوج لد.ن.أDNA ..

مخطط بنية schematic structure الـ ر.ن.أ. الناقل Transfere RNA.

عضوية البحيرة Pond Organism , Tetrahymena

عملية نسخ transcription الـ د.ن.أ. وجَدْل الـ ر splicing الـ ر.ن.أ.

كومة قش في الحقل، 1893، بريشة كلود مونيه.

حقول قمح وعاملات الحصاد، 1888، بريشة فنسنت فان غوغ.

فريق من نافخي الزجاج يضعون اللمسات الأخيرة على قطعة من مجموعة قطع فينيسية في مُحْتَرَف تشيهولي.

توقيع ديل تشيهولي.

مركز صنع الزجاج في بيلتشوك سنة 1971.

كرات نيجيما الطافية، مع لوحات، صنع ديل تشيهولي.

مُحْتَرَف تشيهولي على بحيرة ليك يونيون في سياتل.

مخططات أولية وإعدادات مسرحية بيلياس وميليساند، 1993، إعداد ديل تشيهولي.

الجزء الثاني

رأس امرأة، نحت ديڤيد روجرز.

إعادة تشكيل ثلاثية الأبعاد Brainvox. لدماغ.

نسخة مُعدّة للبيانو عن «في ذكرى.....» تأليف بروس أدولف.

نسخة مُعدّة للبيانو عن «كونشرتو بريد جهامبتون» تأليف بروس أدولف (مقطعان).

قطع متفرقة مرتجلة، تأليف بروس أدولف.
تكامل المعطيات في الجملة العصبية.

الجزء الثالث

جرذ يتعلم القفز عبر نافذة غير موصدة.
مركز التغذية الوطني في باربادوس.
منزل نموذجي في باربادوس.
أطفال مصابون بسوء تغذية من نوع بروتين - طاقة وكواشيوركور.
الشفاء الجسماني من سوء التغذية.
أينشتاين: في سنة 1905 وفي بداية خمسينيات القرن العشرين.
پيكاسو: في سنة 1904 وفي سنة 1955.
سترافنسكي: في سنة 1920 وفي سنة 1958.
ت. س. إليوت في شبابه وبعد أن تقدَّم في السن.
صورتان لغاندي: في سنة 1905 وبعد أن تقدَّم في السن.
سيغموند فرويد في شبابه وبعد أن تقدَّم في السن.
رسوم توضيحية من De Humani Corporis Fabrica، 1543 أندريا فيساليوس
صورتان بالمجهر الإلكتروني لخلية قنوية في البنكرياس.

الجزء الرابع

صورة رامبرانت بريشته (جزء مفصل)، 1669.
رسم تخطيطي لصورة رامبرانت بريشته.
صورة أبراهام لنكولن بعد تكبير عناصرها، تنفيذ ليون هارمون.
الرقم 6 في مجموعة كيث، 1979، تنفيذ تشاك كلوز.
مشهد تخطيطي للجملة البصرية.
التماثل الذاتي في القرنبيط.
مثلث سيربينسكي Sierpinski Gasket.
خط ساحل كَسْري fractal اصطناعي، تنفيذ ر. ف. فوس.
منظر طبيعي كَسْري، تنفيذ ر. ف. فوس.

تراكم كَسْري محدود الانتشار diffusion-limited fractal aggregate، تنفيذ س.ايفيرتس
تصميم كَسْري، تنفيذ ر. ف. فوس.

تجميع الأفكار
شكل كَسْري أفريقي ومنظومة كانتور.



المجموعة المتشابكة:
مقدمة

بعد وفاة نيوتن سنة 1727، أُقيمَ له نصْب في ما يُعرف الآن بركن العلماء في كنيسة وستمنستر. وقد زُيِّن الصرح بأربعة كتب وضعت بشكل كومة وبمَلَكين صغيرين يحملان موشوراً وتلسكوباً وقطعاً نقدية معدنية جديدة. والدلالة هنا واضحة دون أي شك. فقد كان ذكاء نيوتن الحاد وموهبة التفكير الخلاق التي حباه الله بها هما منبع الإلهام لديه. وفي مكان لا يبعد كثيراً عن نصب نيوتن، يقوم ضريح تشارلز داروين، الذي كان مؤلَّفه «حول أصل الأنواع» أول كتاب يناقش فكرة تطور الإنسان. ولا يخلو تجاور هذين الصرحين من مغزى. فنحن إذا ما حاولنا تحديد الخاصية البشرية الوحيدة والأكثر تفرداً التي جاءت كنتاج للتطور، لا بد وأن تكون هذه الخاصية هي قدرتنا على التفكير بشكل خلاق. إن التفكير هو الوسيلة الإنسانية الجوهرية. فالانعتاق من إسار العوائق التي تفرضها المُسَلَّمات، ومحاولة تجاوز حدود أنماط التفكير المتعارَف عليها، سعياً وراء اكتشاف الجديد والمفيد، هما ما يحرك المجتمع ويدفعه قدماً.

ما هي الأسس التي يرتكز عليها الإبداع؟... وما هو الأسلوب المقبول لمقارَبة هذا السؤال في القرن الحادي والعشرين حيث أسطورة فاوست لا تعدو أن تكون مجرد خرافة تعود إلى عصر ما قبل الداروينية، وحيث الله هو الخالق المتعالي عن كل فهم بشكل مطلق، ولكن، وكما قال أحد الظرفاء، يظل الدين أحد أعمق الأسرار التي نحتفظ بها في طوايا النفس. كيف يمكن لنا تفسير عبقرية موتزارت أو بيكاسو؟... إن تحليل فاعلية الفكر البشري كان، طوال عصور التاريخ، أسير النقاشات الغيبية metaphysical. لكن الأمور ربما بدأت تأخذ منحىً مختلفاً، فلن يكون بإمكان فهمنا للإبداع أن يتفادى بعد الآن تأثير المعارف التي قطعت شوطاً كبيراً في مسار التطور، وذلك في مجال علم الجملة العصبية. إن ما يحاول هذا الكتاب أن يقوم به، بشكل رئيسي، هو دراسة الفاعلية الإبداعية على ضوء هذا العلم الجديد المتعلق بالعقل.

هل من المنطق أن يحاول البشر إدراك كنه الإبداع، أكثر نتاجات العقل تطوراً؟... إن عالِم البيولوجيا الجزيئية وفيلسوف العلم غونتر ستينت لم يكن الوحيد الذي حاول البرهنة أن فهم كامل مجال وظائف الدماغ قد يكون أمراً يتجاوز قدرة الدماغ نفسه. لقد شكّلت هذه الفكرة نقطة انطلاقٍ لكثير من النقاشات الغيبية التي لم تتوصل إلى نتيجة حاسمة، منذ ألفي سنة خلت وفي عصرنا الحالي أيضاً.

كانت نقطة التحول في مسار استكشاف العقل، هي نظرية

ديكارت الخاصة بـ «مسألة التفكير» res cogitans، وهي «جوهر تفكير» منفصل عن الدماغ ومتميِّز بشكل كلّي عن جسد الإنسان. إن مشكلة العقل ـ الجسم لم تبدأ مع ديكارت، لكن نظريته القائلة بثنائية العقل والجسم كان لها تأثير عميق ومديد. وقد تطلب الأمر مرور مئتي سنة من العلم والجدال لتحويل التفكير باتجاه علم الأحياء biology بعيداً عن رأي ديكارت. وفي ذلك الحين، أي في نهاية القرن التاسع عشر،كانت بيولوجية الدماغ قد بدأت تتضح للأذهان، فقد أدرك علماء دراسة الجملة العصبية أن قشرة الدماغ تلعب دوراً حاسماً في الوظائف العقلية، وتم ربط السلوك بالتطور (أي بالبيولوجيا وبالتركيب الوراثي). وفي مواجهة هذه التطورات، التي شكلّت مقدمة لعلم دراسة الجملة العصبية الحديث، كان سيغموند فرويد، دون سواه، هو الذي أخذ على عاتقه برهنة أن العلاقة بين سلسلة الأحداث الفيزيولوجية في المنظومة العصبية وبين العمليات العقلية لا يحكمها على الأرجح قانون «السبب والنتيجة» (فرويد 1891). ولا يدهشنا احتمال أن يكون القائمون على اكتشاف العلاقات بين الوظائف العقلية وبين الدماغ، في ذلك الوقت،قد توجهوا باهتمامهم إلى شكل وحجم قشرة الدماغ لا إلى عملياتها الداخلية. وهكذا، ظلت أفكار ديكارت كامنة في ثنايا تفكيرنا حتى في بداية القرن العشرين.

إن مشكلة العقل ـ الجسد لاتنفك تشغل بال العلماء والفلاسفة. وقد كانت جدة برتراند راسل تَعْمَد إلى إغاظة

الرجل، الذي يعتبره بعضهم أذكى فلاسفة القرن العشرين، بتكرار العبارة الساخرة التالية: «What is mind?... Never matter!... What is matter?... Never mind!...» وبعد أن قام راسل برفض الثنائية الديكارتية الأساسية، أشار إلى أن من يقومون برفض مبدأ ديكارت غالباً ما يحتفظون ببعض القناعات المنطقية الأساسية التي تؤثر فيما بعد على تفكيرهم. كما أشار إلى أن كثيراً من المناقشات الفلسفية تدور حول مسائل علمية «لم يصبح العلم مؤهلاً بعد لمعالجتها» (راسل، 1954). هل أصبح العلم مؤهلاً لذلك في عصرنا الحالي؟. . .

في سنة 1859 قدم تشارلز داروين نظريته المتعلقة بالتطور الطبيعي. ويعتبر كتابه «حول أصل الأنواع» (داروين 1859)، من نواح عدة، نقطة تحول من النظرة الغيبية إلى نظرة عالم الأحياء biologist. وفي الكتاب ذاته، تنبأ داروين بظهور نوع جديد من العلوم الطبيعية يجري فيه التعامل مع علم النفس على أساس جديد وهو الأساس البيولوجي. وبعد مئة سنة تقريباً، نرى بول تشيرشلاند، الفيلسوف وعالم النفس، يقدم البراهين على أن مفهومنا العادي للظواهر النفسية يقدم نظرية تحوي خللاً من حيث الأساس يقوم علم دراسة الجملة العصبية الحديث بالحلول مكانها. هل كان هذا هو ما تنبأ به داروين في الفصل الأخير من كتابه «حول أصل الأنواع»؟. . .

ويسلِّم أستاذ علم النفس المَعْرِفي، هوارد غاردنر، بأهمية علم دراسة الجملة العصبية، لكنه يحذِّر من أن «بإمكانك معرفة

كل دقائق الدارات العصبية الموجودة داخل رأس شخص ما، لكنك تبقى مع ذلك عاجزاً عن معرفة ما إذا كان هذا الشخص مبدعاً أم لا». (غاردنر، الجزء الثالث). ما يعنيه غاردنر هنا هو أن العقل الواعي لا يمكن تفسيره بالكامل بواسطة العلوم المادية الواقعية، وهو بذلك يردد ما قاله ستينت. نحن لا نعرف نتيجة الجدال القائم، ولكن القائلين بالغيبيات يشاركونهما هذا الموقف حالياً.

جاءت بداية علم دراسة الجملة العصبية الحديث في أواسط القرن العشرين، في أعقاب سلسلة من التطورات التكنولوجية الرئيسية: فقد كشفت الفيزيولوجيا الكهربية electro physiology النقاب عن طبيعة التيارات الكهربائية داخل الخلايا العصبية، كما أظهرت المجاهر الإلكترونية نقطة التشابك العصبي Synapse (وهي النقطة الاستراتيجية التي تنطلق منها الإشارات بشكل كيميائي من خلية عصبية إلى أخرى)، وتم تحديد مستقبِلات receptors تلك الإشارات الكيميائية وذلك نتيجة التطورات الحاصلة في مجال الكيمياء الحيوية biochemistry إضافة لتوافر أجهزة الاقتفاء المشعة radioactive tracers. وسرعان ما بدأ اللجوء إلى الأساليب المستخدمة لدراسة بيولوجية الخلية وتلك المستخدمة في البيولوجيا الجزيئية وعلم الوراثة، إضافة لأساليب وضع النماذج الرياضية بواسطة الكومبيوترات، وذلك لمعالجة المشاكل التي تنشأ ضمن مجال علم دراسة الجملة العصبية. ومنذ فترة ليست بالبعيدة، تم تطوير تكنولوجيات تصوير محدودة التأثير non-invasive مكّنت عالم

دراسة الجملة العصبية من ربط وظائف عقلية محددة،لأشخاص في حالة يقظة،مع حدوث نشاط في مناطق معينة من الدماغ. لقد ظهر إلى الوجود فرع جديد من المعرفة، علم يشمل وظائف الدماغ بدءاً من الجزيء وصولاً إلى العقل.

وكانت النتيجة أن هناك كثيراً من الأشخاص،في يومنا هذا، يرَوْن أن الفصل بين العقل والجسد قد انتهى أوانه. والأمر الذي يُجمِع عليه معظم الناس حالياً هو أن الدماغ البشري هو الكيان الفيزيائي الذي يولِّد العقل وما ينتج عنه من إبداع، ويؤكد ذلك نقطة خطيرة وهي أنه مهما يكن موقف الشخص بشأن الخصائص الفيزيائية مقابل الخصائص الغيبية للعقل، فإن أية نظريات قد تظهر حديثاً حول الإبداع يجب أن تكون متسقة مع ما نعرفه حالياً عن وظيفة الدماغ. وإذا كان لنا أن نتوصل إلى إيجاد تناغم بين النتائج المترتبة على الكثير من الدراسات المتعلقة بالإبداع وأصوله، التي اعتمدت الفلسفة والتاريخ وسير الأشخاص والتحليل النفسي، فمن المهم هنا أن نجمع هذه المعارف برباط البرهان البيولوجي، وذلك لسبب بسيط وهو أنه إذا كان العقل فعلاً هو ما يقوم به الدماغ، فعلى أفكارنا المتعلقة بالعقل أن تكون منسجمة مع بيولوجية الدماغ.

من المعروف أن وضع تعاريف للإبداع كان صعباً على الدوام، فعلماء النفس،مثلاً، يتوجهون بأنظارهم نحو الداخل بينما يتوجه اللاهوتيون إلى الأعلى. إن إدخال علم دراسة الجملة العصبية في النقاش الدائر حول الإبداع يغير المنظور

بكامله ويطرح افتراضاً غير متوقع وهو أن الإبداع لا يشمل فقط كامل مجال الوظائف العقلية الأرقى، بل يشمل، بالإضافة لذلك، الاستجابات الجسدية. إن أفضل من شرَح هذه الفكرة بوضوح هو عالم دراسة الجملة العصبية أنطونيو داماسيو، ويدعم الدليلُ العلمي فرضيةَ داماسيو القائلة بأن الصورَ العقلية الموروثة خارج نطاق الوعي والاستجابات الفيزيائية للجسد ضالعةٌ في اختيار الأفكار أو الصور في عقل الفرد. إن عملية الاختيار هذه، إضافة إلى ما يسمى عادة بـ «الحدْس» (وهو إمكانية التوصل إلى حل دون تفكير يرتكز على استنتاجات عقلانية)، قد تكون مبنية على آليات نشأت خلال مسار التطور. وبذلك تقوم نظرية داماسيو بإعادة ربط العقل والدماغ والطبيعة، إضافة للعقلانية والعاطفة، على أساس برهان بيولوجي. أي أنها تبدأ بتفسير تجربة «وجدتها! . . . ».

تم إعداد الكتاب بحيث تدور محتوياته حول أربعة مواضيع مركزية تتعلق بالإبداع: التجربة الإبداعية في الفنون وفي العلم، الأساس البيولوجي للخيال والعاطفة والعقلانية، الطاقات الإبداعية والبيئة، إدراك العقل للأشكال. جرت معالجة هذه المواضيع بأسلوب يعتمد على عدة فروع معرفية. نلمس هنا آراء الفنانين، الذين يصوغون أفكارهم بلغة تغلب عليها الاستعارات والمجاز، وقد امتزجت بالأفكار التحليلية للعلماء الذين يجهَدون لفهم الكيفية التي يقوم الدماغ بواسطتها بإنتاج الصور والأفكار. وتختلط أصوات المبدعين (الفنان ورجل العلم وعالم

الرياضيات) وأصوات أولئك الذين يقومون بدراسة الفاعلية الإبداعية (عالم دراسة الجملة العصبية وعالم النفس والفيلسوف) لتشكل نطاقاً واسعاً من الآراء المتعلقة بالإبداع يمنحنا تكامُلُه أفكاراً معمقة جديدة ويتحول هو ذاته إلى عمل إبداعي.

وفي ما يأتي لمحة سريعة عن الأجزاء الأربعة الرئيسية للكتاب:

الجزء الأول:

تجري في هذا الجزء المسمى «وجدتها!... الاكتشاف مقابل الإبداع»، مقارنة التجربتين الإبداعيتين لشخصين قاما باختراق الحواجز التقليدية. أحدهما فنان والآخر عالِم. وبعد إيراد ما لديهما من ملاحظات، نَطَّلِع على ملاحظات أحد الفلاسفة الذي يقوم بمناقشة مسألة ما إذا كان الفن والعلم متشابهَيْن أم مختلفَيْن من حيث الجوهر. عندما كان توماس سيتش، عالم البيولوجيا الجزيئية الحائز جائزة نوبل، في مقتبل العمر، كان من المسَلَّم به عالمياً أن الفاعلية البيولوجية الحفّازة biological catalytic activity تقتصر فقط على مجال البروتينات. لكن حدس سيتش واختباراته العلمية المعتمِدة على الخيال ومنطقه المتميز بحدة الذهن وتفكيره الراديكالي، كل ذلك مكّنه من قلب المسلّمات رأساً على عقب والبرهنة على وجود الحامض الريبي النووي الـ(ر. ن. أ.) RNA الحفّاز، وهو اكتشاف شملت آثاره عدة فروع من علم الأحياء والطب.

أما ديل تشيهولي، وهو أحد عظماء فناني العالم في

تشكيل الزجاج، فقد حوَّل حرفةً تقليدية إلى فن. ابتعد تشيهولي عن المعارف التقليدية والقيود المحدِّدة لتشكيل هذه المادة ليخلق عوالم من الزجاج ضمت الأواني الدقيقة والتكوينات الضخمة الحجم، وتُعرَض أعماله في كبريات المتاحف في جميع أنحاء العالم.

«هل يُعتبر العلم اكتشافاً والفن إبداعاً؟. . .» ذلك هو السؤال الذي يقوم بمناقشته غونتر ستينت، العالم المعروف في مجال البيولوجيا الجزيئية. يوضح ستينت الفارق المهم بين الأعمال الإبداعية ومحتوياتها ويفسر كيف أن العالِم ضمن مجال العلوم الطبيعية، شأنه شأن الفنان، يعيش ضمن عالم من التجريد. ويعبِّر عن هذه الفكرة قائلاً: «إن الواقع، بالنسبة للعقل، هو عبارة عن منظومة من التحولات البنيوية التي تم تجريدها abstracted من العالم الظاهري»، وهو مفهوم تردد فيما بعد في وصف ستيفنز للكيفية التي يعمل بها الإدراك البصري. ويرتِّب ستينت الأعمال الإبداعية في مجالَيّ الفن والعلم ضمن سلسلة متصلة تبدأ بالموسيقى والفنون الأخرى (المُسْتَمَدّة من العالم الداخلي للإنسان) لتصل إلى العلم (الذي يتعلق بعالمنا الخارجي). وقد تم التعبير عن كلٍ من تلك الأنواع الإبداعية بلغته الخاصة.

الجزء الثاني:

يناقش هذا الجزء المسمى بـ «الجسم والدماغ والعقل: العاطفة والعقلانية» دوْرَيّ كلٍ من العاطفة والعقلانية في الفاعلية الإبداعية.

إن الفصل التقليدي بين هاتين الكينونتين عادة ما يربط العاطفة بالفنون، والعقلانية بالعلم. وتناقش فصولُ هذا الجزء فكرةَ أن العاطفة والعقل مرتبطان ببعضهما وأنهما يُعتبران أمراً جوهرياً لأي شكل من أشكال الإبداع الموجودة ضمن سلسلة غونتر ستينت.

ويقوم ديڤيد ي. روجرز، وهو طبيب وعالم موهوب بالإضافة لكونه نحاتاً متميزاً، بمقارنة التعبير الإبداعي ضمن مجالات متعدد ة تبدو ظاهرياً كما لو أن لا رابط بينها. يوضح روجرز قوة العاطفة في شحذ الخيال، ليس في عالم الفن فحسب، بل في أساليب التعامل مع العلوم معلقاً بقوله إن العمل ضمن جو يتسم بالعقلانية والعاطفة قد يؤدي إلى «الكشف عن مزيد من الدارات داخل الدماغ».

لقد اكتشف أنطونيو داماسيو والفريق الذي يعمل معه من علماء دراسة الجملة العصبية أن الاستجابات العاطفية ترتبط بعلاقة لا تنفصم مع أساليبنا «العقلانية» في اتخاذ القرارات. إذاً، فالبرهان العلمي الحديث يقوم بتحدي أسس المبدأ الديكارتي. ويمضي داماسيو، في مقالته، ليضع تفسيراً علمياً للتعبير الشائع «خيال خصب» مبنياً على أساس آلية مولِّدة للتنوع diversity-generating موجودة داخل أدمغتنا. فالأشخاص الذين يتمتعون بدرجة عالية من الإبداع بإمكانهم إنتاج عدد كبير من الصور ضمن هذا العالم الداخلي، كما أن بإمكانهم تعديل هذه الصور للخروج بتصورات مبتكرة. يربط داماسيو العاطفة والتعبير الفني بالخيال والحدس والعقلانية، ونلاحظ أن التجارب الشخصية للأفراد

المبدعين تعكس صدى تفسيراته البيولوجية بدرجة ملحوظة.

يُعتبر بروس أدولف مؤلفاً موسيقياً غزير الإنتاج، تراوح مؤلفاته ما بين المعزوفات الخاصة بآلة واحدة وصولاً إلى الأوبرا، وقد قُدِّمت هذه المؤَلَّفات في جميع أنحاء العالم. يرى أدولف أن الموسيقى تبدأ داخل العقل، وهو بذلك يتكلم من داخل عالم داماسيو الداخلي الخيالي. وبالنسبة له، يكمن نبع الإلهام الموسيقي في الذكريات التي توقظ المشاعر: فالصوت الأجش لببغائه ذات السنوات الأربع وعشرين أو إيقاع الجموع التي تعبر شوارع نيويورك الزاخرة بالضوضاء، أو الشعور اللزج الذي يولده تناول حلوى الشوكولا ذات القوام السميك، كل ذلك يتسامى ليتحول إلى تراكيب موسيقية جديدة. يقترح أدولف بعض التمارين للخيال وذلك من أجل تحريض «أذن العقل» قائلاً إن الذاكرة الحية التي تحدث عنها داماسيو هي «فعلاً جوهر التأليف الموسيقي».

ترتكز تفسيرات داماسيو لبيولوجية الخيال والعاطفة على وظائف مناطق معينة من الدماغ (أي وظائف المجموعات الكبيرة من الخلايا العصبية). أما عالِم بيولوجية الخلايا وعالم دراسة الجملة العصبية كارل هـ. بفننغر، فهو يستخدم أسلوباً مختلفاً عن أسلوب داماسيو، وإن كان مكملاً له. يقوم بفننغر بدراسة العناصر أو الأقسام الجزئية subunits التي تتكون منها تلك المجموعات من الخلايا العصبية وبتحليل الكيفية التي تؤثر بها الجينات والبيئة على بنية هذه المجموعات خلال مسار النمو والتطور، ويثير ذلك سؤالاً بشأن مدى علاقة الخيال والإبداع بالمفهوم الداروني عن

أصول الإنسان، وتحديداً، بتطور الدماغ والعقل.

الجزء الثالث:

يبحث هذا الجزء المسمى بـ «العقل المتكَيِّف: الحرمان في مقابل التحريض الخصب» في تأثير البيئة على الفاعلية الإبداعية، بدءاً من البيئة الصغرى المحيطة بالفرد وصولاً إلى البيئة الاجتماعية الكبرى. في هذا الجزء تتحدث جانينا غالر، وهي عالمة نفس مختصة بالأطفال وعالمة في مجال بيولوجية الجملة العصبية، عن دراسات تربط ما بين المنظور الخلوي الجزيئي لبفننغر وبين العقل البشري أثناء مرحلة النمو. وقد صاغت غالر النتائج التي توصلت إليها على أساس عملها مع الأطفال في باربادوس وفي يوكاتان، إضافة للتجارب التي أجرتها على الحيوانات، وأثبتت أن الحرمان في الطفولة المبكرة (أي سوء التغذية وبخاصة انعدام وجود المحرِّضات stimulus) يعيق تطور الذكاء.

أما أستاذ علم النفس المعْرِفي هوارد غاردنر، فهو يقدم أسلوباً مختلفاً وذلك لدى قيامه بتحليل بيئات بعض كبار المبدعين المعروفين في القرن الحالي. فقد أسقط من حسابه اختبار حاصل الذكاء I.Q. التقليدي ليقوم بتطوير مفهوم الأنواع المتعددة للذكاء. وقد توصل إلى أن المبدعين، بغض النظر عن نوع ذكائهم، شبوا ضمن بيئات تتسم بتوفر الرعاية، مما أدى إلى تحريض خيالهم الخصب.

أما جورج پالِد، أحد مبدعي علم بيولوجية الخلية والحائز

جائزة نوبل، فهو ينظر إلى تاريخ الإنجاز الإبداعي بمنظار أوسع. وهو، على غرار غاردنر، يعتقد من باب التخمين بوجود علاقة سببية بين الرفاهية والإنتاج الإبداعي. ويرى أن الناس سوف يستعيدون ذكرى القرن العشرين كعصر ذهبي للإبداع، وبخاصة في مجال العلم، لكنه يتساءل إن كانت الفاعلية الإبداعية في مجال الفنون قد واجهت بعض المصاعب.

الجزء الرابع:

عنوان هذا الجزء هو «أنماط الإدراك». لدى مناقشة غاردنر لفكرة التفاعل بين المبدع والبيئة، يشير إلى أن الأعمال الإبداعية يجب أن تؤثر في المجتمع وذلك كي يتحقق مغزاها الكامل. وبتعبير آخر، يجب أن يتم التعرّف إلى الأعمال الإبداعية وإدراكها. وفي نهاية المطاف، تتحول آلية الأسلوب الذي نتعرف بواسطته على ما هو إبداعي، لتصبح مسألة تتعلق بإدراك الأنماط ـ أنماط الأشكال، مثلاً، أو الأصوات أو المنطق. وتجري في هذا الجزء من الكتاب دراسة إدراك النمط من ثلاث زوايا مختلفة لكنها متكاملة: من وجهة نظر الرسام وعالم دراسة الجملة العصبية وعالم الرياضيات.

تعتبر فرانسواز جيلو رسامة معروفة على نطاق عالمي لها مؤلفات عن حياتها مع پيكاسو وصداقتها لماتيس. إن الشكل واللون هما الأدوات البصرية الأساسية للرسام، لكن الصور والرموز، أو ما تدعوه جيلو بـ «لغة دون صوت»، تقوم بالتأثير على حواسنا بطرق كثيرة. وتمضي جيلو في الشرح: «إن النظر

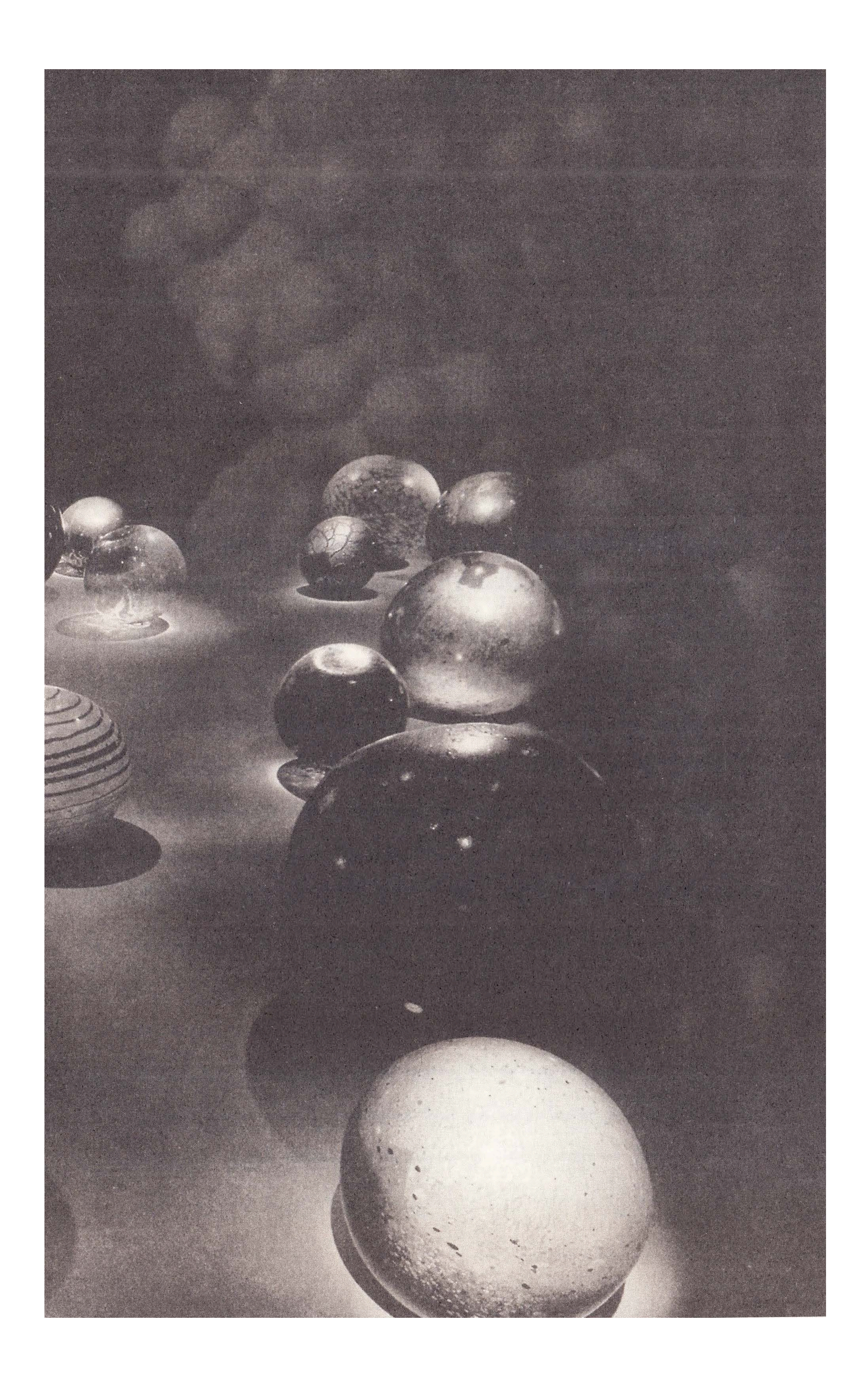
هو أكثر من تجربة بصرية، والإدراك هو أكثر من وظيفة تؤديها إحدى الحواس. . . النظر ليس منظوراً ثابتاً، لكنه تركيب لتجارب بصرية غير جامدة بل دائمة التغير».

ويقول تشارلز ف. ستيفنز، وهو عالم مرموق في مجال دراسة الجملة العصبية، أن الكيفية التي ننظر بها، أو الطريقة التي يقوم بها دماغنا بمعالجة المعطيات البصرية تحددان ما نراه. وهناك قضيتان تتمتعان بأهمية مركزية في هذه المقالة: الأولى، أن الجملة العصبية تقوم بفصل المعلومات المتعلقة بالخط عن تلك المتعلقة باللون، والثانية، أن استجابتنا لمجموعات من الألوان أو الأنماط أو الأشكال المعيَّنة تعتمد على توصيلات الجملة البصرية المحدَّدة وراثياً. وإذا كنت تسلِّم بأن الرموز أو النماذج الأصلية الأساسية هي أمور حقيقية، فأنت بحاجة إلى ما يدعم ذلك من الناحية الوراثية. وهكذا، يتيح لنا ستيفنز إمكانية إلقاء نظرة معمقة على أسلوب تفكير جيلو كما يشرح الأسس البيولوجية للجدال الدائر في الأكاديمية الفرنسية منذ مئتي سنة بشأن تفوق الخط أو اللون.

ابتعد عالم الرياضيات بينوا مانديلبروت، مبتدع الهندسة الكسرية، عن الهندسة الإقليدية وعن رموزها. وعلى غرار جيلو، يبدو مانديلبروت كما لو أنه قد خرج لتوه من صفحات أحد كتب غاردنر التي تتحدث عن العقول المبدعة، وهو يقوم بإخبارنا كيف وضع معادلة رياضية بسيطة من سطر واحد تصف الأشكال غير المنتظمة. لقد توصَّلت هذه المعادلة لفهم جوهر أو نظام الأشكال المعقدة، أو التي تبدو ظاهرياً وكأنها غير

منتظمة، في الطبيعة، والتي كانت تُعتبر نوعاً من الفوضى المشوشة أو تعتبر بدون شكل على الإطلاق. كان منشأ القوانين التي تحكم الهندسة الكسرية هو التفكير البصري. سنقوم بمراقبة جيلو وهي تبدأ رسم لوحتها بأن تضع دائرة ضمن حيِّز محيط بها، بينما يبين لنا مانديلبروت كيف يمكن لمعادلة كسرية بسيطة أن توَلِّد صورة ينفذها الكومبيوتر وتستهوي المزاج الفني للإنسان. هل تعتبر الأشكال الكسرية شكلاً جديداً من أشكال الفن ـ شكلاً يجري إبداعه دون فنان ـ أم أن الدماغ البشري يستجيب للنسق الكسري المتأصِّل في الأعمال الفنية؟. . .

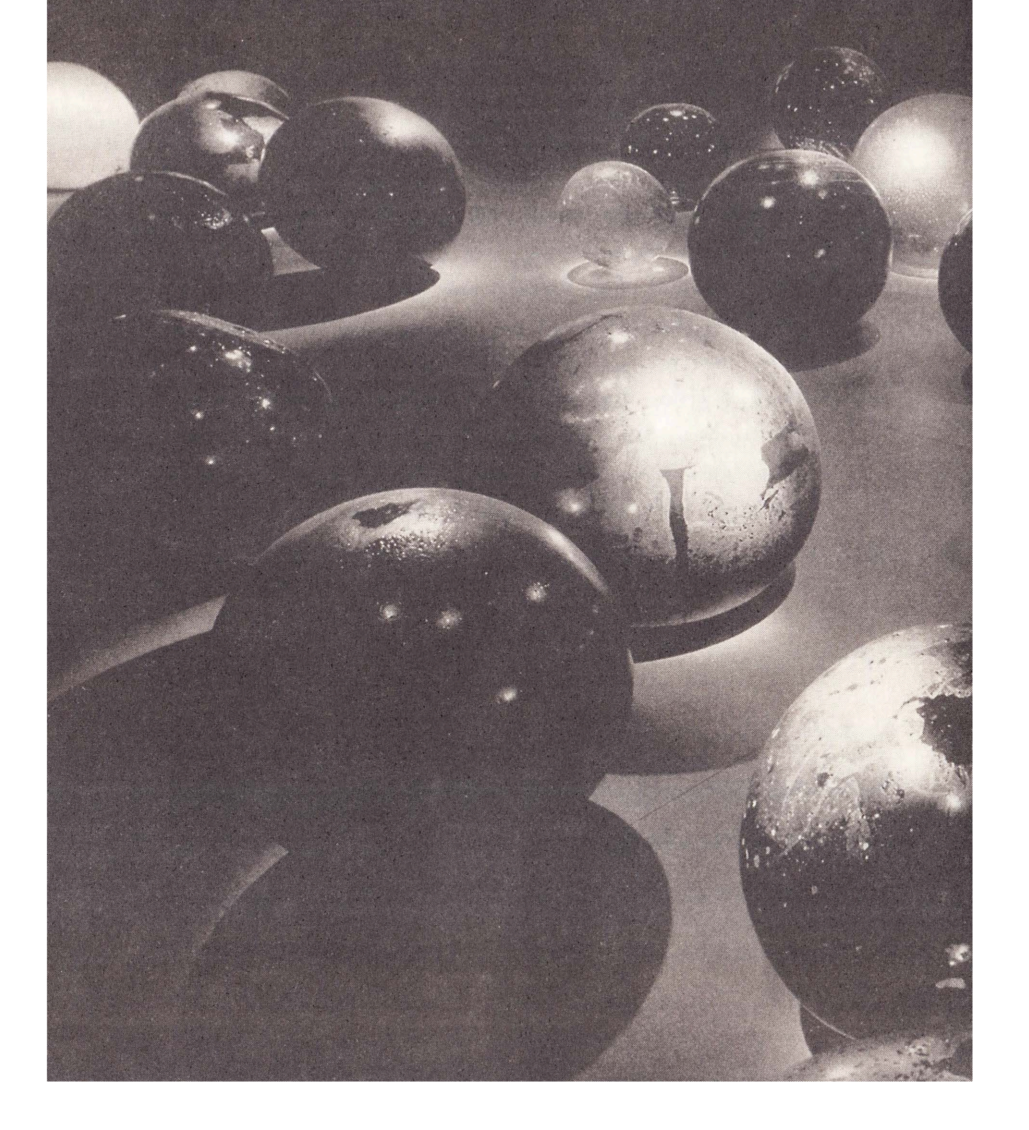
في المقطع الشهير «المجموعة المتشابكة»، الذي كتبه داروين ليختتم به كتاب «حول أصل الأنواع»، يتحدث عالم البيولوجيا القائل بالتطور، عن بيئة تشتمل على أنواع كثيرة من النباتات والحيوانات التي «تختلف عن بعضها اختلافاً بيِّناً وتعتمد على بعضها بأسلوب شديد التعقيد» وتخضع لذات القوانين. إن هذا الوصف ينطبق، إلى حد ما، على الأشخاص الذين أسهموا بالمقالات التي يضمها هذا الكتاب. إنهم يختلفون عن بعضهم إلى حد كبير، وهم جميعاً يبحثون عن مناهل الإبداع، كلٌ بأسلوبه الخاص. لكن هناك اتكالاً متبادلاً يجمع ما بينهم فليس هناك من يستطيع معالجة المشكلة برمتها وحده. إن هذا الكتاب ليس عالماً من الحقائق، لكنه مجموعة متشابكة تشكِّل فيها الآليات البيولوجية، التي تطورت عبر ملايين السنين، الأساسَ لوضع تعريف جديد للإبداع.



الجزء الأول

وجدتها!.. Eureka!

الاكتشاف في مقابل الإبداع





توماس ر سيتش

قلب المُسَلَّمات رأساً على عقب:
الحامض الرّيبي النووي (ر ن أ) الحفّاز

إن معظم الفرضيات العلمية تتكشف في النهاية عن أنها خاطئة، بما فيها تلك الفرضيات التي تبدو وكأنها الأذكى والأشد براعة. وفي اعتقادي أن أوفر الباحثين حظاً وأكثرهم إنتاجية يكون على صواب في فكرته الأصلية، وفي التخمين الذي بدأ به عمله، مرة واحدة فقط من بين كل مئة تجربة يجريها، هذا في أفضل الحالات. والأمر المهم هنا هو تلك الموهبة الطبيعية التي تدفعه لكشف موطن الخطأ إضافة لرغبته في نبذ اعتقاد أجمعت عليه الآراء، ولاستعداده للكف عن العمل والتحول إلى مشروع أفضل. لاشك بأن هناك الكثير من المشاكل العويصة.

لويس توماس، 1980

أنا لا أتمتع بالمعرفة الكافية التي تسمح لي بمعالجة المشكلة العامة المتعلقة بالإبداع في الفنون والعلوم. وسأقوم، عوضاً عن ذلك، برواية حادثة شخصية، ومن ثم أخبركم ما الذي يجعل هذه التجربة، برأيي، تتداخل في ثنايا القضايا المطروحة للبحث حالياً. القصة الأساسية هنا هي في اكتشاف أن الـ ر. ن. أ.، وهو أحد أشكال المادة الوراثية، يمكنه القيام

بدور الحفّاز الحيوي biocatalyst. وسأشرح الآن ما يعنيه ذلك بالتفصيل. لقد مرت فترة سئمت فيها ترداد القصة، وبدا الأمر مريحاً بالنسبة لي. لكنني اكتشفت أن طلابي بعد تلقيهم محاضرة علمية جافة، كانوا يطلبون مني أن أروي القصة. وكانوا يسألونني «كيف طرأت هذه الفكرة ببالك في الأصل؟...» وأدركت أخيراً أن رواية القصة للطلاب قد تحمل أهمية ما، لأننا عندما نقرأ كتاباً تدريسياً يتحدث عن اكتشاف علمي، نرى أن الكتاب يعطينا الانطباع بأن شخصاً ما طرأت له فكرة ثم قام بإجراء سلسلة متصلة من التجارب، انتقل خلالها من النقطة آ إلى النقطة ب مباشرة.

قد يصح ذلك عندما يقوم عالم فيزيائي نظري بوضع فرضية ما ومن ثم يقول لعالم فيزيائي تجريبي «ها هو ما يجب عليك القيام به لإثبات صحة ماقلته». هناك احتمال بأن تحدث أمور من هذا القبيل ضمن بعض المجالات العلمية. ولكن ضمن مجالات العلوم التي أعرفها أنا، بدءاً بالكيمياء ووصولاً إلى علم الأحياء، لم يكن هناك سوى بعض الاكتشافات القليلة التي تمت عبر هذا المسار المستقيم ذي المعالم الواضحة.

أما القصة التي سأرويها فهي تتضمن مساراً متعرجاً، وهو، في اعتقادي، أمر طبيعي. لن أجرؤ على القول بأن محاضرتي هي درس في الإبداع، لكنكم ستلاحظون، في مواقع متفرقة، بعض عناصر الإبداع التي كان قد جرى بحثها من قِبَل آخرين، إضافة لبعض العناصر الأخرى التي لم يتم إثباتها قبل الآن.

ويتوجب علي الآن أن أقدم بعض الشرح البسيط للبيولوجيا الجزيئية وذلك حتى أتمكن من أن أروي لكم قصتي بطريقة مفهومة.

ما هو الـ ر. ن. أ. وما هو الحفاز الحيوي؟...

يتعين على الخلايا الحية أن تتعلم كيفية صنع بعض البروتينات المعينة. فعلى سبيل المثال، تحتاج هذه الخلايا إلى إرشادات تتعلق بصنع البيبسين، وهو إنزيم معوي يساعد على هضم الطعام، أو الميوسين، وهو البروتين الذي يساعد على تحريك العضلات. كيف تعرف الخلايا طريقة صنع هذه البروتينات المعينة؟... توجد المعلومات المتعلقة بذلك بشكل شيفرة encoded في الصبغيات Chromosomes الموجودة في جزيء يدعى الحامض النووي الرّيبي المَنْقوص الأكسجين (د.ن.أ.) DNA ذلك التركيب اللولبي المزدوج الشهير. لا تضم جدائل التركيب اللولبي سوى أربع وحدات بنيوية building block مختلفة، ويحدد ترتيب هذه الوحدات، في النهاية، سياق تسلسل الأحماض الأمينية في بروتين ما.

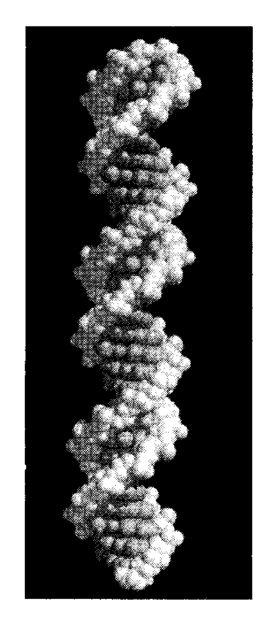
كيف تنتقل هذه المعلومات؟.. تقوم الخلية بنسخ المعلومات المخزَّنة في الد. ن. أ. إلى جزيء يرتبط به بعلاقة كيميائية، وهو الـ ر. ن. أ. ، يختلف الـ ر. ن. أ. عن الـ د. ن. أ. بذرّة واحدة لاغير من الأكسجين في كلٍ من الوحدات المتكررة. ومن ثم تتم قراءة جزيء الـ ر. ن. أ. هذا، وتجري

قراءة ثلاثٍ من وحداته البنيوية في كل مرة. إن كلاً من هذه المجموعات الثلاثية يحدد حامضاً أمينيا معيناً. تسمى هذه العملية بالترجمة Translation وتكون نتيجتها اصطناع synthesis البروتين. إن ترتيب الأحماض الأمينية المخزونة داخل البروتين يحدد الكيفية التي يُطوى folding بها البروتين والتي تحدد بدورها، في نهاية الأمر، عمل البروتين. إن بإمكان هذه البروتينات أن تقوم بوظائف عظيمة التنوع: فقد يكون أحدها أنزيماً يهضم الطعام، وقد يكون آخر وحدة بنيوية لخلية ما ـ أي مكوِّناً تركيبياً، وقد يسهم آخر في عملية تقلُّص العضلات.

نستطيع تشبيه عملية تشفير encoding واصطناع البروتينات بالمثال المألوف التالي. يمكن اعتبار الـ د. ن. أ. النسخة الأصلية «الممتازة» عن الفيلم السينمائي المفضل لديك، وهي مخبأة في سرداب في مكان ما، ويمكن أن يُنسخ عنها عدد لا حد له من النسخ الرخيصة. هذه النسخ هي المعادل للـ ر. ن. أ.، فهي تحمل نفس المعلومات الموجودة في النسخة الأصلية. أما عملية اصطناع البروتين فهي تشبه وضع شريط الفيديو في جهاز التشغيل. إن معادل جهاز تشغيل شريط الفيديو داخل الخلية يدعى بالجسيم الريبي ribosome، وهو المسؤول عن ترجمة المعلومات الموجودة في الـ ر. ن. أ. إلى البروتين. وفي النهاية، تحصل على شيء مفيد، صورة يمكن رؤيتها على شاشة التلفزيون، وهي المعادل للبروتين الخلوي cellular protein.

إن هذا الدور الذي يلعبه الـ ر. ن. أ.، كواسطة للتشفير coding في عملية اصطناع البروتين، كان معروفاً منذ زمن بعيد. لكننا اكتشفنا مؤخراً أن الـ ر. ن. أ.، إضافة لكونه ناقلاً للمعلومات، يمكن له أيضاً أن يكون حفّازاً حيوياً. وهذا يعني أن بإمكانه تسريع التفاعل الكيميائي الضروري للحياة بمعدل بليون ضعف أو عدة بلايين الأضعاف. ومثله مثل باقي الحفّازات الحيوية، يقوم الـ ر. ن. أ. بذلك بأسلوب شديد الخصوصية، أي أنه يُسرِّع أحد التفاعلات الكثيرة التي يجب أن تقوم بها الخلية الحية، وليس كل التفاعلات الكيميائية. كان من المعتقد سابقاً أن أدوار الحفز الحيوي في الخلية تقتصر على أنزيمات بروتينية، أما الآن، فنحن نعرف أن الـ ر. ن. أ. يمكن له، في بعض الحالات، أن يقوم بدور الحفّاز الحيوي.

ويفيدنا هنا أن نتصور أبطال لعبة الكيمياء الخلوية هذه. تبين اللوحة 2 بنية أنزيم بروتيني يضم جزيء سكر أحادي (أحمر) ويحفز تحوله الكيميائي. يتمتع البروتين بتشكيل مطوٍ معقد. لماذا إذاً نُفاجَأ بأن الحامض النووي بإمكانه أيضاً حفز تفاعل ما؟... عندما يفكر الناس بالحامض النووي، فإنهم يتصورون عادة التركيب اللولبي المزدوج للـ د. ن. أ. (الشكل 1 ـ 1) ـ أي جزيئاً نحيلاً طويلاً يبدو كما لو أنه لا يتمتع باختلاف الشكل اللازم ليُطوى حول مجموعة متنوعة من الجزيئات الصغيرة، ولا بالنوع المناسب من المجموعات الكيميائية النشطة اللازمة لدعم بعض التحولات الكيميائية



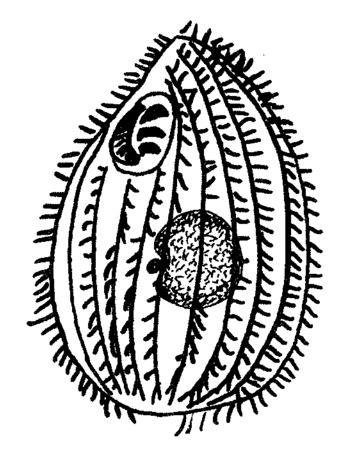


الشكل 1 ـ 1 (إلى اليسار) التركيب اللولبي المزدوج للـ د. ن. أ.، إعادة تركيب بنيته الثلاثية الأبعاد. (مكتبة صور الجزيئات البيولوجية الكبيرة، معهد تكنولوجية البيولوجيا الجزيئية، جينا)
الشكل 1 ـ 2 (إلى اليمين) مخطط بنية الـ ر. ن. أ. الناقل.
(مقدَّمة من البروفيسور سونغ ـ هوكيم، جامعة كاليفورنيا، بيركيلي).

المعينة. ومن ناحية أخرى، فإننا إذا ما انتقلنا من الـ د. ن. أ. إلى جزيئه الشقيق، الـ ر. ن. أ.، لرأينا وفرة أكبر في البنية الشكلية الهيكلية Conformational richness حتى ضمن أحد أصغر جزيئات الـ د. ن. أ. الموجودة في الطبيعة، وهو ما يدعى بالـ ر. ن. أ. الناقل Transfer RNA (الشكل 1 ـ 2). تُطوى هذه السلسلة الأحادية حول نفسها مرة أخرى، وتشكل مجالات لولبية مزدوجة موضعية مع الجديلتين المتصلتين

بواسطة «عروات بشكل دبوس الشعر hair-pin loops. وهناك تشكيلة أخرى ذات سمات مختلفة وتضم طياً بنيوياً معقداً يلتقي فيه المجالان اللذان يأخذان شكلاً متطاولاً، إضافة لعدة تسننات أو فجوات في الجزيء. وهكذا نرى أن الـ ر. ن. أ.، في ما يتعلق ببنيته، قد ابتعد عن الـ د. ن. أ. متجهاً نحو تعدد الأشكال الذي يميِّز جزيئات البروتين.

ولم يحدث سوى مؤخراً أن حصلنا، وحصل غيرنا، على صور لنفس التفاصيل عن جزيئات الـ ر. ن. أ. الحفّاز، أو عن أقسام منها (اللوحة 3). وفي المثال المبين في اللوحة 3، يحقق الـ ر. ن. أ. درجة من التكدُّس Compactness تذكرنا بالبروتينات، مع وجود لب داخلي واضح وسطح خارجي. بالنسبة لجزيئات ر. ن. أ. أخرى كثيرة، لا يوجد لدينا سوى



الشكل 1 ـ 3 عضوية البحيرات، Tetrahymena (الحجم الفعلي يبلغ تقريباً 1 / 10 مم)

خرائط مسارات ذات بُعدين، تصف كيفية تشكيل هذه الجزيئات عند المستوى الأول من الطي. وحتى في هذه المخططات الأقرب إلى البدائية، يمكننا أن نرى أن جزيئات الـ ر. ن. أ. الحفاز تأخذ شكلاً مطوياً معقداً، وقد ثبُت بأساليب عدة، أن هذا الشكل المطوي يُعتبر ضرورياً لنشاطها.

الـ ر. ن. أ. يجدِل splice نفسه

يحاول العلماء فهم العالم عن طريق استنباط الفرضيات، أي وضع تفسيرات أولية لهذا العالم، وهم يقومون بدراسة هذه التفسيرات بالدقة المتاحة لهم، وتكون النتيجة هي أنهم إما أن يكسبوا ثقة الناس في ما يعتقدونه أو أنهم يقومون بتعديل هذه المعتقدات أو التخلي عنها.

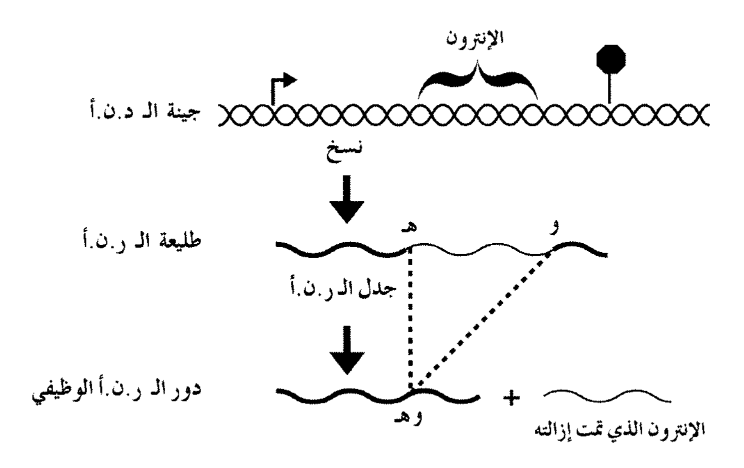
بيتر ماداوار، 1991

كيف تم العثور على الـ ر. ن. أ. الحفّاز في المقام الأول؟... كنا نقوم بدراسة عضوية البحيرات المبيِّنة في الشكل 1 ـ 3 وهي حيوان مجهري وحيد الخلية يعيش في البحيرات ويدعى Tetrahymena. وكنا ندرس هذه العضويات لأن معلوماتها الوراثية، بخلاف البكتريا، موجودة في نواة الخلية، كما أن تركيب البروتين فيها يجري في السيتوبلازم Cytoplasm الأمر الذي يجعلها، بشكل أساسي، شبيهة بالخلايا البشرية، إضافة لأن إنباتها والتعامل معها لا يقل سهولة عن إنبات البكتريا والتعامل معها، كما أن استخدامها لايثير حفيظة المدافعين عن حقوق الحيوان.

إن ما كنا بصدد دراسته في العضوية هو إحدى المراحل

في عملية التعبير عن جينة ما expression of a gene وهي المرحلة المسماة بالنسخ (نسخ معلومة ما موجودة في الـ د. ن. أ. إلى الـ ر. ن. أ.). ولكن ما كنا نجهله عندما بدأنا بإجراء تلك الدراسات هو أن مجال النسخ في الـ د. ن. أ. كانت تجري مقاطعته من قِبَل جزء متطاول stretch من الـ د. ن. أ. غير المُشفَّر يدعى بالإنترون، ويبدو في الشكل 1 ـ 4 بشكل خط متموج رفيع. ولن أتوقف هنا لأخمن السبب المؤدي لتواجد هذه الإنترونات في الجينات، لكنني سأشير إلى أننا نجد أن معظم الجينات تجري مقاطعتها بعدد لا بأس به من الإنترونات، وبخاصة لدى الانتقال إلى مستويات أرقى فأرقى من العضويات حتى نصل في النهاية إلى النوع البشري. وعندما تقوم الخلية بنسخ المعلومات الموجودة في الـ د. ن. أ. لتشكيل جزيء الـ ر. ن. أ.، لا يجري التعرف على ذلك القسم من الـ د. ن. أ.، الذي يقوم بالمقاطعة، على أنه شيء متميز، ويتم نسخه مع مجالات التشفير المحيطة به إلى ما يدعى بطليعة الـ ر. ن. أ. .

قمنا بإعداد منظومة بسيطة من أنابيب الاختبار تحوي مُستخلَصات عضوية Tetrahymena وذلك في محاولة لمتابعة نسخ الـ د. ن. أ. إلى الـ ر. ن. أ. . لاحظنا أن هذا التفاعل كان يأخذ مجراه، لكننا لاحظنا أيضاً أن الإنترون كان يُزال من الـ ر. ن. أ. ويجري تكديسه بشكل شُذْفة fragment منفصلة. وكان مغزى هذه النتيجة هو أنه، بالإضافة إلى النسخ، كانت



الشكل 1 ـ 4 عملية نسخ الـ د. ن. أ. وجدل الـ ر. ن. أ. . قد يقوم ما يعرف بـ الإنترون Intron بمقاطعة عملية تشفير جينة ما من قِبَل الـ د. ن. أ. (بين السهم الذي يشير إلى اليمين وبين إشارة التوقف). يجري نسخ الإنترون (بين نقطتي X و Y) مع الجينة ومن ثم إزالته من طليعة الـ ر. ن. أ.

المرحلة الثانية من عملية التعبير عن الجينة، وهي مرحلة الجدل، تجري في أنبوب الاختبار. وقد استُعيرت كلمة «جدل Splicing» من عالم الملاحة البحرية: ماذا يفعل البحار عادة بحبل يحوي في منتصفه جزءاً مهترئاً؟ . . . في عصرنا الحالي، يشتري البحار حبلاً جديداً. أما في الماضي، فقد كان يقطع الحبل من على جانبي الجزء المهترئ، ويرمي بالجزء البالي بعيداً، ثم يقوم بجدل الجزءين الموجودين على طرفي الحبل. إن هذا هو ما يُفترض بتعبير «جدل» أن يتضمنه في مجال علم الأحياء الجزيئي. ولذلك قمنا أثناء فحص المعايرة في أنبوب الاختبار بقطع الـ ر. ن. أ. عند النقطتين X و Y لإزالة

الإنترون، ثم قمنا بربط النقطة X مع النقطة Y لتشكيل الـ ر. ن. أ. المفيد (انظر الشكل 1 ـ 4). وعند هذه النقطة انصرف اهتمامنا إلى المرحلة التالية من التجربة. كان هناك مئة مخبر منتشرة في كل أنحاء العالم تحاول كلها دراسة عملية نسخ الـ د. ن. أ. إلى الـ ر. ن. أ.، ولكن كان هناك مخبر واحد فقط، وهو مخبر جون أبيلسون في جنوب كاليفورنيا، أمكن له رؤية عملية جدل الـ ر. ن. أ. وهي تحدث داخل أنبوب اختبار. كان أبيلسون يراقب عملية جدل نوع مختلف من الـ ر. ن. أ. في عضوية مختلفة. وخطر لنا أن المعلومات التي بحوزتنا قد تكون مكمِّلة للمعطيات التي كان يجمعها أبيلسون. لذلك قررنا أن نمنح أنفسنا فرصة نتحول فيها لبعض الوقت عن عملنا الأصلي لنراقب مرحلة جدل الـ ر. ن. أ. .

ماذا يفعل عالم الكيمياء الحيوية إذ يتقصى هذه العملية؟... إن أحد الأهداف هو تنقية الأنزيم المسؤول عن التعرف على نقطتين معينتين على طول هذه السلسلة الطويلة من الـ ر. ن. أ. (التي تضم في الواقع ما يقرب من 7000 وحدة منفصلة)، وذلك لإجراء القطع عند هاتين النقطتين ومن ثم ربطهما معاً. وقد يتضمن الأمر وجود عدة أنزيمات ولم يكن لدينا أي شك في أن تلك الأنزيمات ستكون بروتينية. إن بإمكانك أن تقرأ في أي كتاب لتدريس علم الأحياء أو الكيمياء الحيوية أن أي تفاعل قد يحدث بهذا التميز النوعي الفائق يجب أن يجري تحفيزه، والحفّاز طبعاً، لابد من أن يكون أنزيماً بروتينياً.

إن ما يجري اختباره في التجربة هو المدلولات المنطقية للفرضية، أو بعبارة أخرى، النتائج المنطقية المترتبة على قبول فرضية ما. إن التجربة المصممة جيداً والناجحة تكنولوجياً تمدنا بنوعين مختلفين من النتائج: فنتائج الاختبارات إما أن تتسق مع الفرضية، أو أن تتعارض معها.

بيتر ماداوار، 1991

إن ما كنا نحاول إيجاده، تحديداً، هو البروتينات المسؤولة عن تحويل طليعة الـ ر. ن. أ. إلى الـ ر. ن. أ. المستخدم لاصطناع البروتين. وكيف يمكن القيام بذلك؟. . بما أننا كنا نعرف أن الفاعلية المسؤولة عن ذلك التحويل كانت موجودة في مستَخلصات Tetrahymena التي كانت بحوزتنا، قمنا بعزل طليعة الـ ر. ن. أ. ـ وهو الـ ر. ن. أ. الذي لم يمر بمرحلة التحول، ومن ثم وضعناه في الحاضنة مع مُستَخلَص بروتيني من خلايا Tetrahymena . وفي أول مرة أجرينا فيها التجربة شاهدنا عملية الجدل وهي تحدث. وبما أنه ليس من المألوف، في مجال العلم، أن تنجح التجربة من أول مرة، فقد شعرنا بكثير من الرضا، أما نتيجة التجربة التي أجريناها للتحقق منها فلها حديث آخر.

والتحقق هو فحص معايرة موازٍ يتألف من مجموعة من الأنابيب المطابقة لأنابيب التجربة، في ما عدا أنه قد تم فيه إغفال عدة مكوِّنات مهمة، لا لشيء إلا للتأكد من أن التفاعل يعتمد على العوامل التي تفترض أنت أنها مهمة. كانت إحدى تجارب التحقق هي إغفال المُستَخْلص المأخوذ من خلايا

Tetrahymena الذي تجري إضافته على أنه مصدر للآلية التي كان يفترض أنها مسؤولة عن عملية الجدل. وكانت النتيجة أننا شاهدنا عملية جدل الـ ر. ن. أ. تحدث في هذا الأنبوب تماماً كما حدثت في الأنبوب الذي قمنا فيه بإضافة المُستَخْلَص. ولم تكن تلك النتيجة إحدى النتائج المتوخاة من التجربة. كان من واجبي كمدير لهذا المخبر الناشئ أن أقدم بعض التفسيرات. وتبين لاحقاً، كما سترون، أن تلك التفسيرات كانت خاطئة. لكن صحة الفرضيات العلمية أو خطأها لا يهمان كثيراً، ما دامت تلك الفرضيات تنساب بشكل منطقي انطلاقاً من المعلومات المتوفرة لديك في حينها، وما دامت قابلة للاختبار، وعندها إما أن تنجح الفرضيات في الاختبار أو أنها تفشل، وإذا اتبع المرء هذه المسارات المتفرعة يمكن له أن يتقدم في فهمه للمشكلة العلمية.

كانت الفرضية، في ذلك الوقت، هي أن ما كنا ندعوه بالـ ر. ن. أ. النقي لا بد، في الواقع، من ألا يكون نقياً. فهناك أنزيم بروتيني يجب أن يكون مرتبطاً بشكل وثيق بالـ ر. ن. أ. ومسؤولاً عن تحفيز تفاعل الجدل. وعندما وضعنا الـ ر. ن. أ. في الحاضنة مع جزيئات صغيرة موجودة في كل الخلايا وضرورية لهذا التفاعل، مرَّ مركب الـ ر. ن. أ. البروتين هذا بجميع مراحل الجدل. كيف يمكن للمرء اختبار فرضية كهذه؟. . . يعرف العلماء طرقاً عدة لتخريب البروتينات تؤدي، حسب الفرضية، إلى إعاقة عملية الجدل. ولهذه الطرق علاقة

بالطرق المستخدمة عند غسل الملابس. فنحن نضيف مسحوق الغسيل، الذي يعتبر مؤذياً للبروتينات، لأن مساحيق الغسيل تقوم بتمسيخ الصفات الطبيعية denature للبروتينات وتجعلها قابلة للإنحلال في الماء بحيث تنطرح معه. وهكذا، كان أحد اختبارات الفرضية عبارة عن إضافة مسحوق الغسيل إلى تفاعل أنبوب الاختبار وكان من المتوقع، طبعاً، أن يؤدي ذلك إلى إيقاف فاعلية الجدل. لكنها لم تتوقف!...لم تُعِرْ عملية الجدل أي اهتمام لوجود مسحوق الغسيل. هناك معالجة أخرى لا تروق للبروتينات وهي الغلي. وهناك بضع بروتينات قليلة فقط بامكانها معاودة الطي refold بشكل صحيح بعد أن تُغلى وتنبسط طياتها unfold . وهكذا قمنا بغلي الـ ر. ن. أ. المفترض أن يكون مشوباً بالبروتين، وبرَّدناه ومن ثم أضفنا الجزيئات الصغيرة، واستمر الجدل بكامل فاعليته. عند تلك النقطة لم تكن الفرضية تبدو شديدة الإقناع، ولكن خطر لنا أن ذلك قد يكون أنزيماً بروتينياً يتمتع بثبات استثنائي، لذلك قمنا باختبار أساليب معالجة أكثر قسوة كالغلي مع وجود مسحوق الغسيل، أو إضافة كميات كبيرة من أنزيمات البروتياز proteases غير المحدَّدة (وهي أنزيمات حالّة للبروتينات)، ولكن ما من شيء بدا قادراً على إيقاف فاعلية الجدل.

ويذكرني ذلك بحفل أقامه القسم الذي أعمل فيه بمناسبة عيد الميلاد لسنة 1981 حين أهدتني إحدى الطالبات المتخرجات، وهي باولا غرابوسكي، صورة زهرة الربيع.

وكانت بتلات الزهرة المتعاقبة تحمل كتابات تقول: «إنه بروتين»، «إنه ليس بروتيناً». ولحسن الحظ تمكنا من التوصل إلى فكرة لحل تلك المعضلة كانت أكثر قرباً من العلم من فكرة نزع بتلات الزهرة. لجأنا إلى الهندسة الوراثية، ولم تكن لدينا في ذلك الوقت أية تجربة سابقة في هذا المجال. كنا نرغب في اصطناع ذلك الـ ر. ن. أ. في أنبوب الاختبار بحيث نحصل على ر. ن. أ. لم يسبق له أن رأى بروتينات خلية tetrahymena وكنا نفكر بالشكل الآتي: إذا استمرت عملية الجدل في هذا الـ ر. ن. أ. فلن يكون أمامنا سوى الإقرار بعدم وجود بروتين شائب لهذا الحامض. وفي هذه الحالة، قد يكون الـ ر. ن. أ. ذاته هو الحفاز المسؤول عن هذا التحول النوعي، وهي ظاهرة لم يسبق أن جرى رصدها سابقاً.

أخذنا جزءاً من الجينة، وهو الـ د. ن. أ. الذي يقوم بتشفير هذا الـ ر. ن. أ.، ووضعناه داخل بلاسميد plasmid بكتيري، قمنا بتضخيم الجينة الإصطناعية في البكتريا ومن ثم بتنقيتها وبعد ذلك أضفنا بوليميراز polymerase ر. ن. أ. مُنَقّى. قام هذا البوليميراز بتحفيز عملية اصطناع نُسَخ الـ ر. ن. أ. المضاعَفة multiple التي كانت تحوي على الإنترون والمواقع المحيطة به في الـ د. ن. أ. . ثم أزلنا البروتين الذي كنا قد أضفناه، البوليميراز ذا المواصفات المحددة بوضوح، ووضعنا الـ ر. ن. أ. المُصنَّع داخل الحاضنة مع الجزيئات الصغيرة، بما فيها شاردة المغنيزيوم، واكتشفنا لدهشتنا أن عملية الجدل استمرت في الـ ر. ن. أ. ومن

المهم أن نذكر هنا، أن المَوْقِعَيْن الموجودين على طول مسار سلسلة الـ ر. ن. أ. الطويلة هذه، حيث حدث القطع وإعادة الوصل، كانا نفس الموقعين اللذيْن حدث فيهما الجدْل داخل الخلية الحية. وقد منحَنا ذلك بعض الثقة بأن التفاعل الذي تمت ملاحظته، والذي يمكن أن نطلق عليه الجدْل ـ الذاتي، كان متعلقاً بالمنظومة البيولوجية.

مدلولات الـ ر. ن. أ. الحفّاز

ما هي مدلولات هذا الاكتشاف؟... إن المُعَقَّدَيْن complexes الأكثر أهمية من الناحية الوظيفية داخل الخلية ـ أي الآليات الضرورية لنقل المعلومات الوراثية والتعبير عنها ـ هما السبلايسوسوم spliceosome ، وهو مُعَقَّد كبير من الـ ر. ن. أ. والبروتين يقوم بتحفيز تفاعلات الجدل لدى النوع البشري ولدى بقية الأنواع، والجسيم الريبي ribosome الموجود داخل كل الخلايا، وهو مُعَقَّد كبير أيضاً من البروتين والحامض النووي (الذي شبهناه سابقاً بجهاز تشغيل شريط الفيديو)، مسؤول عن اصطناع البروتينات. وقد أدت اكتشافاتنا إلى دعم الرأي الحالي القائل بأن كلا المُعَقَّدَيْن هما، من حيث الجوهر، آليات مُتضَمَّنة داخل الـ ر. ن. أ. يجري دعم فاعليتها بواسطة البروتينات. وهكذا، بدا واضحاً أن الـ ر. ن. أ. ضالع في الكثير من النواحي الأساسية لوظيفة الخلية.

إن لاكتشاف إمكانية الـ ر. ن. أ. على الحفز مدلولات ضمن مجال آخر، وهو الأبحاث المتعلقة بنشوء الحياة. كيف

بدأت الحياة على الأرض قبل نحو أربعة ملايين سنة؟ . . .
خلال النقاشات المطوَّلة التي كانت تجري خارج أوقات العمل، كان رأي العلماء أن ما نحتاج إليه من أجل المرحلة الأساسية المهمة من الحياة، أي شكلٍ من أشكال الحياة، هو توليد reproduction المادة الوراثية، قد لا يكون ذلك بحد ذاته كافياً لخلق حياة، لكنه الوظيفة الأساسية الأكثر أهمية. ولتحقيق هذا التوليد، نحتاج لشيئين: جزيء المعلومات (وهذا يعني الحامض النووي بلغة الخلايا المعاصرة) والآلية الحفازة التي تقوم بنسخ الحامض النووي (الذي كان يُعتقد بأنه يعني أنزيمات بروتينية). وبالتالي فقد كان العلماء يتحدثون عن مخططات عمل معقدة تستوجب وجود جزيء الحامض النووي المناسب، عبر عمليات عشوائية، في قطرة ماء في مكان ما على الأرض، وفي الوقت ذاته، وجود جزيء البروتين المناسب الذي يمكن له نسخ جزيء الحامض النووي ذاك. ويبدو ذلك بعيد المنال إلى حد ما. ونحن ندرك الآن أن إحدى تلك الجزيئات الكبيرة الموجودة في كل الخلايا، أي الـ ر. ن. أ.، يمكن لها أن تلعب كلا الدورين، دور جزيء يحمل المعلومات ودور الحفّاز البيولوجي. كما ندرك أن ذلك الجزيء، بإمكانه حفز تفاعلات من النوع اللازم لنسخ المعلومات الوراثية.

وهذا يمهد الطريق لفرضية أكثر بساطة: في البداية لم يكن هناك سوى ر. ن. أ. يقوم بنسخ ذاته، أما البروتينات فقد أُدخِلَتْ ضمن سياق العملية في وقت لاحق. ورغم أن هذه

الفكرة تبدو مثيرة لدى التفكير بها، إلا أنني واثق من أنكم تقدرون صعوبة إثباتها أو نفيها.

موهبة القيام بالاكتشافات الكبيرة عن طريق الصدفة والعمل الجماعي والعلاقات بين الأقران

إن جميع الرجال قد يتعثرون بالحقيقة من حين لآخر، لكنهم سرعان ما ينهضون ويتابعون المسير بسرعة وكأن شيئاً لم يحدث.

(منسوب إلى) ونستون تشرشل

دعوني الآن أسترجع الحكاية لأقوم بتحليلها وذلك فيما يتعلق بفكرة الإبداع. نرى هنا بعض الأفكار التي كانت قد طُرحت سابقاً بالإضافة لبعض الأفكار الجديدة. ما هو دور الحظ في هذا البحث؟... لاشك في أن بإمكانكم أن تلمحوا دور الحظ في قصتي. لقد كنا نبحث عن شيء عادي جداً لم يكن لدينا أي تصور ولو بسيط، أو أي توقع، بأن هناك في نهاية المسار يكمن اكتشاف سيعتبره الآخرون ذا أهمية جوهرية خاصة. هناك تعبير أفضل من كلمة «حظ» وهو موهبة القيام بالاكتشافات الكبيرة عن طريق الصدفة التي كان لويس باستور أفضل من وصفها: «الحظ يحابي فقط العقل المُهيأ لذلك». إن هذه الموهبة هي مزيج من الحظ والمقدرة على الإحساس بوجود هذا الحظ. ويعني ذلك إبقاء عينيك مفتوحتين والحصول على التدريب اللازم بحيث أنك إذا وقعت على نتيجة غريبة أدركت أنها تستحق المتابعة والفهم لا التجاهل.

بعد بضع سنوات من الاكتشاف الذي توصلنا إليه، علمنا أن هناك عدداً من المخابر في كل أنحاء العالم ممن كانت المُجمِّدات freezers لديها تحوي المواد الخلوية المناسبة لإجراء نفس التجارب وكان ذلك سنة 1982. كان العلماء الفرنسيون في جيف ـ سور ـ إيڤيت، مهتمين بالمشكلة، لكنهم لم يكونوا يدرسون العملية عند مستوى الـ ر. ن. أ. كانوا يحاولون الوصول إلى الجواب عن طريق علم الوراثة وعن طريق مراقبة تسلسل sequence الـ د. ن. أ.، وبالتالي فاتتهم حقيقة أن الـ ر. ن. أ. يتمتع بفاعلية حفّازة. وهناك مخبر دانمركي، في آروس، كان يسير معنا خطوة فخطوة طوال الوقت، لكن العاملين هناك لم يستطيعوا تصديق ما توصلوا إليه من نتائج. ثم قرروا التوقف عن العمل في هذه المشكلة قبل أن ينتهوا إلى النتيجة، وندموا فيما بعد.

وهناك ناحية أخرى مهمة في هذه الحكاية، وهي الجهد الجماعي، أو العمل ضمن فريق. نحن نقوم، عموماً، بمناقشة الإبداع كما لو أنه كان، حصراً، أو أنه يجب أن يكون من حيث تعريفه، جهداً فردياً. لست متأكداً من هذه الفكرة، فهناك جانب مهم في قصتي وهي حقيقة وجود عدة باحثين في المخبر، بمن فيهم باولا غرابوسكي وآرت زوغ وأنا، كانوا يتبعون مسارات متوازية وإن كانت متمايزة. ولو أنني كنت أقوم وحدي بجميع التجارب وأحصل على نتائج غريبة، لكان هناك احتمال بأن يساورني الشك بإمكاناتي التكنولوجية أو بحكمي

على الأمور. لكنني كنت أحمل ثقة كبيرة بزملائي في العمل كما كنت أدرك أنهم علماء ممتازون. إن حقيقة أن كلاً منا كان يتوصل إلى بعض النتائج الغريبة كانت تؤيد صحة نتائج أبحاثنا. وبالإضافة لما سبق، كانت هناك مسافة بسيطة تفصلني عن التجارب التي كان يجريها زملائي، ولم أكن كثير الانشغال بالمشاكل اليومية المتعلقة بإنجاز العمل. إن مسافة من هذا النوع غالباً ما تمنح الإنسان زاوية يرى منها المشهد بكامله. ورغم ذلك، فقد تطلب الأمر مرور وقت ليس بالقصير لإدراك ما كنا نراقبه.

يناقش هوارد غاردنر فكرة كيف يُعتبر شخص ما، من قِبَل أقرانه، مهماً في أي عمل إبداعي. لا بد من وجود بعض الدعم، ولابد من وجود مستوى ما من النقد.

ولا شك بأننا حصلنا على كلا الأمرين خلال رحلة الاكتشاف، كما أن مباركة كبار الشخصيات ضمن هذا المجال شكلت عاملاً مشجعاً بالنسبة لنا. وأتذكر الآن مؤتمراً عُقد، على ما أظن، سنة 1980 في فريدريك، في ولاية ميرلاند، وكان يضم أشهر الباحثين في مجال الـ ر. ن. أ. - أي الأشخاص الذين كانوا يمثلون الشباب «المتمرد» في العقد السابق، والذين تم انتخاب الكثير منهم، أو أنهم سيتم انتخابهم قريباً، لعضوية الأكاديمية الوطنية للعلوم. كان بإمكانهم إقصائي بكل سهولة، لكنهم، عوضاً عن ذلك، تقبّلوني وتقبلوا العمل الذي كنت أقوم به. لا أدري ما إذا كان ذلك القبول أمراً جوهرياً، لكنه من دون

شك، جعل الأمور أكثر سهولة بالنسبة لي.

كما أستعيد في ذهني بعض النصح والنقد المفيدَيْن اللذين كنا نتلقاهما، وفي غالب الاحيان كان يبدو كما لو أن الكلمة المناسبة كانت تأتي في الوقت المناسب. فعلى سبيل المثال، ولدى حضوري أحد المؤتمرات المتعلقة بهذا المجال الذي كنت حديث العهد به، انتحى بي أحد الحضور جانباً ونبهني إلى أهمية إجراء التجارب بأسلوب معين أكثر دقة، أي إجراء تحاليل تأخذ باعتبارها كل ذرة في الجزيء وليس فقط كيميائيته ككل. ورغم أنني كنت أقدر أهمية ذلك، إلا أنني عندما عدت إلى مخبري تكشفت لي فجأة حقيقة الوضع: كان علينا أن نتعلم تكنولوجيا جديدة بالكامل. إلا أننا بعد أن قطعنا ذلك المسار الطويل، كنا قد اكتسبنا أفكاراً جديدة أكثر عمقاً.

ويقودنا هذا إلى موضوع آخر يعتبر أيضاً مثالاً على موهبة القيام بالاكتشافات الكبيرة عن طريق الصدفة: لقد كنت أشعر طوال تلك الرحلة أنني قد دخلت بالصدفة مجالاً معيناً من العلوم لم أكن أنوي الخوض فيه، وهو تلك المنطقة الواقعة ضمن الحد الدقيق الفاصل بين علم الأحياء وعلم الكيمياء. وتبين فيما بعد أنه كان مجالاً مناسباً بشكل خاص لطريقتي في التفكير وللأسلوب الذي أعالج به الأمور داخل ذهني. وفي اعتقادي أنني تمكنت، ضمن هذا المجال الجديد، من القيام بعمل أفضل بكثير مما قمت به في السابق. ويدفعني ذلك للتساؤل في ما إذا لم يكن بإمكان الكثير من الأشخاص، الذين

يؤدّون عملهم بشكل جيد، بل إنهم حتى قد يكونون متميزين فيه، أن يحققوا إنجازات أعظم بكثير لو أنهم قاموا بتغيير طفيف ونقلوا اهتمامهم من مجالهم المحدد إلى مجال آخر حيث يمكنهم الاستفادة بشكل أفضل من إمكاناتهم الذهنية. وأتصور أن ذلك ينطبق على جميع الجهود الإبداعية، سواء منها الفنية أم العلمية.

العلم والفن: أوجه التشابه وأوجه الاختلاف

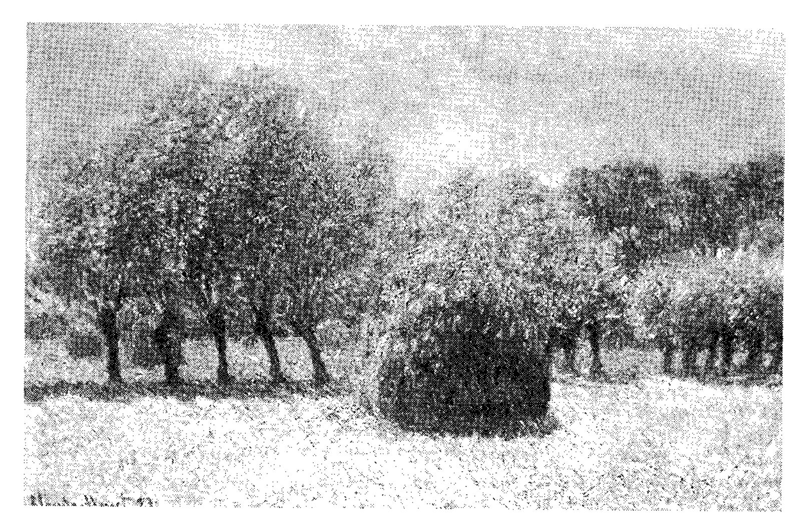
الموضوع الأخير الذي أود معالجته هو أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين العمليات الإبداعية في مجال الفن وفي مجال العلم. وبما أنني أثق بأقوالي فقط لدى قيامي بمناقشة العملية الإبداعية ضمن مجال العلم، أترك للفنانين مهمة التصحيح إن أنا أسأت فهم معنى أن يكون المرء فناناً. أنا أعتقد بوجود أوجه تشابه. إن إحدى السمات المشتركة في العمليات الإبداعية في الفن وفي العلم هي أن التطور الذي يحرزه المرء لا يسير بشكل خطي مع الوقت. فأنت غالباً لا تتوصل لشيء مقابل أية فترة محددة من الوقت تقضيها في العمل. وفجأة، يأتي الكشف، وميض الإلهام، وتجد للمشكلة حلاً خلال فترة قصيرة نسبياً. خلال تلك الفترات التي تكدح فيها دون أن تتوصل إلى أي شيء، قد يثير الإحباط شعوراً بالعجز، لكن تلك الفترات النادرة من الكشف الداخلي السريع تحمل معها الإثارة والتشجيع، وبالنسبة لمعظمنا، فإن فترات كهذه تحمل معها تبريراً للعمل بكامله. وهناك سمة أخرى مشتركة وهي أننا

نقضي وقتاً لا بأس به ونحن نتفحص خاصية واحدة، مثلاً، السمك في دراسة م. س. إتشر Escher المعروفة. نحاول أن نفهم لماذا يسبح كل السمك في اتجاه واحد. وفي النهاية، ننظر إلى المشهد من زاوية أخرى وندرك أن هناك طيوراً تطير في الاتجاه المعاكس، وهنا يكمن مفتاح المشكلة بكاملها. أعتقد أن ذلك يكفي في محاولتي لإضفاء لمسة فنية على هذا النقاش.

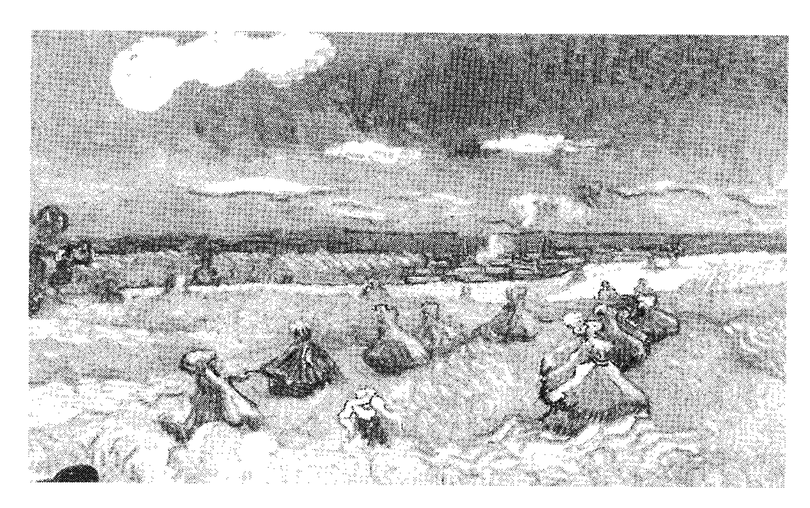
والآن ما هي أوجه الاختلاف بين الفن والعلم؟ . . . أعتقد أن بحث غونتر ستينت يحمل الكثير من الاستفزاز كما أنني أوافق تماماً على معظم ما جاء فيه، ولكن هناك نقطة واحدة أرى فيها رأياً مختلفاً. فستينت يقارن بين مئة عالم يستخدمون جميعاً مواد متشابهة إلى حد ما ويحاولون القيام بالشيء نفسه، وذلك من وجهة نظر الفنانين، وبين مئة فنان، يستخدمون جميعاً نفس الأدوات ويحاولون القيام بالشيء نفسه. أعتقد أن لكل من العلماء والفنانين أهدافاً مختلفة. فعندما يقوم علماء مختلفون بدراسة مشكلة محدَّدة ـ مثلاً، كيف تفهم خلية ما إشارة معينة وكيف يؤدي ذلك إلى حدوث تغيير في الاستقلاب الخلوي، أو كيف نتعرف إلى العيوب الموجودة في الجينة والمسؤولة عن مرض انفصام الشخصية، فإن ما يقصد إليه هؤلاء العلماء هو الوصول إلى نفس الهدف وتحقيق النتيجة ذاتها. والعلم، في النهاية، هو التوصل إلى معرفة الطبيعة، ويتضمن ذلك بداهة وجود مجموعة من الحقائق يرغب الجميع في معرفتها. قد يأمل

بعض العلماء في حل مشكلة ما قبل منافسيهم، أو في التوصل إلى الحل بطريقة أكثر إقناعاً أو أكثر عمقاً أو بأسلوب أكثر إبداعاً، لكنهم لا يتوقعون الحصول على نتيجة مختلفة، بل إن ما يحدث في الواقع هو أنه في حال حصل عالمان متنافسان على نتائج مختلفة وتوصلا إلى استنتاجات مختلفة، فإن كل المجال العلمي لن يعرف الاستقرار حتى يتم حل هذا التناقض وإدراك السبب المؤدي للحصول على تلك الأجوبة المختلفة. وعلى العكس من ذلك، لا أعتقد أن الفنانين يسعون وراء التشابه والإجماع، بل يسعون وراء أن يتسم محتوى عملهم وشكله بالتفرد والتميز.

ورغم اختلاف الهدف، إلا أننا لا يمكن أن ننكر أن عالِمَيْن، يتميزان بكفاءتهما العالية، يقومان بدراسة نفس الظاهرة يَطْلعان غالباً بتفسيرات تربطها علاقة ما حتى وإن كانت هناك فروق تميز تلك التفسيرات عن بعضها. وقد لا يكون ذلك، بالنتيجة، أمراً شديد الاختلاف عن الفن. ولشرح هذه النقطة، لنأخذ لوحتين تمثلان موضوعين متشابهين، وقد تم اختيار اللوحتين لأنهما رُسمتا بمجموعتين من الألوان تجمعهما علاقة: يركِّز مونيه على الألوان الوردية بينما يركِّز فان غوغ على ألوان الأصفر والأزرق. ليست الألوان هي ما يحمل مغزى هنا، بل الأسلوب الذي استُخدمت فيه تلك الألوان (الشكلان 1 ـ 5 و1 ـ 6. تم نسخ اللوحتين بالأبيض والأسود لتوضيح الفرق بين الأسلوبين). ورغم أن بإمكان المرء أن يتخيل أن فنسنت ڤان



الشكل 1 ـ 5 كلود جان مونيه، كومة قش في الحقل، 1893.
(مجموعة جيمس فيليب غري، متحف الفنون الجميلة، سبرينغ فيلد، ماساتشوسيتس)
(نُسخت بالأبيض والأسود لتوضيح الفروق في الأسلوب عن الشكل 1 ـ 6)



الشكل 1 ـ 6 فنسنت ڤان غوغ، حقول قمح وعاملات الحصاد، أوفير، 1888.
(متحف توليدو للفنون، أوهايو) (نسخت بالأبيض والأسود لتوضيح الفروق في الأسلوب عن الشكل 1 ـ 5)

غوغ وكلود جان مونيه قاما برسم منظرين طبيعيين في جنوب فرنسا بنفس أنابيب الألوان وبنفس النوع من فراشي الرسم، إلا أن كلاً من اللوحتين تتميز عن الأخرى. وغالباً ما يكون هذا هو الوضع في مجال العلم أيضاً.

> ماذا يمكن أن نقول عن الإبداع في مجال العلم؟... لنأخذ الفكاهة في أكثر أشكالها شيوعاً كمثال نموذجي بسيط لعملية إبداعية، إنها تقارُبٌ مفاجئ لأفكار تبدو في ظاهرها متضاربة، قد تثير الضحك من ناحية، أو تحمل، من ناحية أخرى، تثقيفاً واستنارة عميقة... كان الموقَّر سيدني سميث يسير في أحد الأيام عبر الشوارع الضيقة في إدنبرة القديمة عندما تعالت أصوات مشاحنة حادة بين نسوة كن يتجادلن في الطوابق العليا عبر الشارع حيث كانت الأبنية تميل باتجاه بعضها. أصغى سيدني سميث وصديقه لوهلة ثم قال سميث «لن يتوصلن مطلقاً إلى اتفاق يا سيدي، لأنهن يتجادلن من مواقع مختلفة».
>
> بيتر ماداوار، 1991

ديل تشيهولي

التشكيل بالنار

النحت بالزجاج ـ التعبير عن فكرة بسائل متجمد

من يستطيع بعد الآن أن يستمر في الاعتقاد بعدم شفافية الأجسام بعد أن قامت أحاسيسنا ـ المتعددة والمرهفة ـ بالنفاذ إلى أعماق التجليات المبهمة للوسط المحيط بنا.... إن أجسادنا تنفذ إلى أعماق الأرائك التي نجلس عليها كما أن الأرائك تنفذ إلى أعماق أجسادنا.

بيان فناني النحت الإيطاليين من الحركة المستقبلية
صدر سنة 1910، futurist
أوردها هربرت ريد، 1964

يُعتبر الزجاج أكثر وسائل التعبير الفني نقاء بصرياً، بل إنه بصري أكثر من الرسم، فالضوء واللون والمادة تشكل فيه كلاً واحداً.

الناقد الفني ج. بيرولت، 1996

الزجاج بالنسبة لي، يختلف عن أية مادة أخرى. ويعود السبب الرئيسي في هذا الاختلاف إلى الشفافية والشَّفَانية والألوان المشرقة التي يمكن أن نتوصل إليها بواسطة الزجاج - وهو أمر يدركه أي إنسان يدخل إلى كاتدرائية ذات طراز قوطي

فيها نوافذ تكسوها ألواح من الزجاج الملوَّن. ولا يعني ذلك أن الزجاج لا يبعث على الإعجاب عندما لا يكون شفافاً. لقد وعيت منذ البداية، أي عندما أخذ اهتمامي بالزجاج يتزايد واكتسبت خبرة في هذا المجال، مبدأ إمكانية نفخ الزجاج بنَفَسٍ بشري. إن الزجاج هو المادة الوحيدة التي يمكن أن تنفخ فيها لتعطيها شكلاً. (إن المادة الأخرى الوحيدة التي تشبهه إلى حد ما من حيث الخصائص هي البلاستيك). وهكذا، فإن بإمكان النَفَس البشري صياغة هذه المادة الموجودة منذ القدم التي لا يتطلب صنعها سوى الرمل والنار، وكل ما عليك القيام به هو صهر رمل، أي نوع من الرمل، لتحصل على الزجاج. وإذا أضفت كربونات الصوديوم، فإنه ينصهر عند درجة حرارة أخفض ويمكنك عند ذلك صنع منحوتات منه.

الزجاج، بحد ذاته، يشبه الماء كثيراً. إذا تركته ينساب على هواه، انتهى به الأمر لأن يصبح أشبه بشيء جاء به البحر.

ديل تشيهولي، 1993

لقد رأيت بعض السلال الهندية البديعة في مقر الجمعية التاريخية لولاية واشنطن، وقد أذهلني تناسق أشكالها المسترخية المترهلة. وددت لو أحقق هذا التناسق عن طريق الزجاج. وجاءني الإلهام عندما أدركت أن الحرارة هي الوسيلة التي يجب أن تُستخدم، بالإضافة إلى الجاذبية الأرضية، لتنفيذ تلك الأشكال.

ديل تشيهولي، 1993

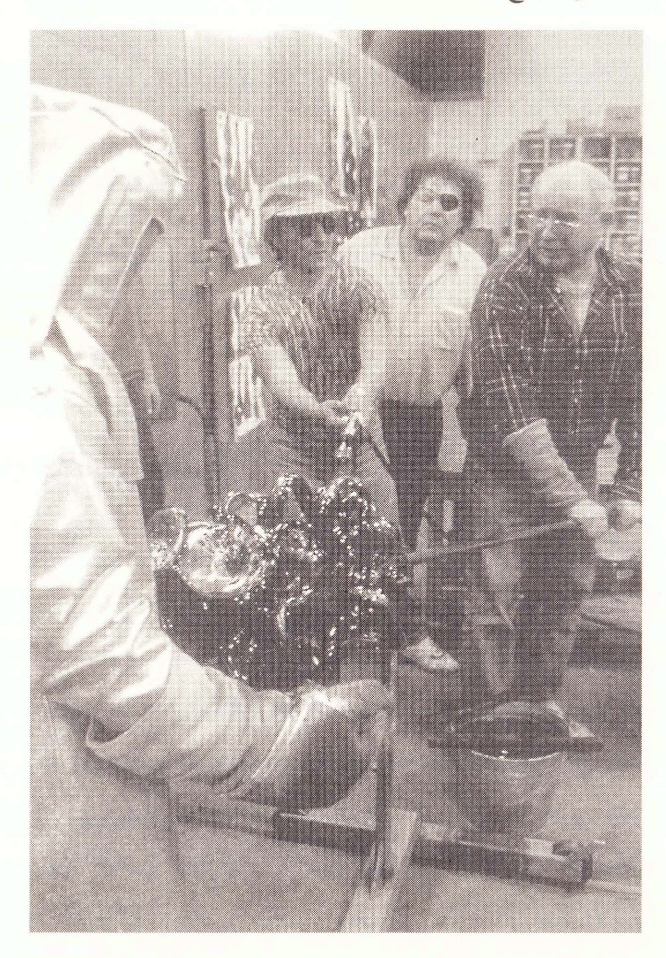
لقد راقبت حتى الآن، آلاف الأشكال التي يجري نفخها ولا أزال أشعر بالذهول لمنظر النفخة الأولى من الهواء وهي تدخل كتلة

الزجاج الساخنة عند طرف أنبوب النفخ، إن قطعة الزجاج لا تكف عن الحركة أثناء عملية التشكيل وعلى المرء اتخاذ القرارات بسرعة. أُحب العمل الذي يعكس تلك القرارات السريعة، وتكون النتيجة النهائية هي التعبير عن فكرة بسائل متجمد، فكرة مباشرة مثلها مثل اللوحة. ومنذ أن بدأت بصنع مجموعة السلال سنة 1977، كان عملي يعتمد على توليفات عفوية من النار والزجاج المصهور والهواء والقوة النابذة والجاذبية الأرضية.

ديل تشيهولي، 1986

العمل الجماعي المُبدع

أنا نافخ زجاج وعامل زجاج ومصمم وفنان، وأنا أعمل مع عشرات الأشخاص لإبداع أشياء وأشياء. يُظهر الشكل 1 ـ 7 بعض أفراد فريق يمكن له أن يقوم بمشروع ما، وهو في هذه الحالة مجموعة من القطع الزجاجية المسماة زجاجيات فينيسية. يرأس الفريق نافخ الزجاج الماهر، لينو تاغليابيترا (إنه يعمل إلى يساري)، يساعده مجموعة من نافخي الزجاج، ويعتبر كثير منهم فنانين بحق أقاموا معارض خاصة بهم في الولايات المتحدة وفي كل أنحاء العالم. وعلى عكس مخرجي الأفلام عند الانتهاء من أفلامهم، لا أمتلك وسيلة سهلة أستطيع بواسطتها أن أعزو الفضل إلى كل شخص لما قام به، وهو ما أفضل أن أفعله. وبالنظر لعدم وجود بديل آخر، تخرج الأعمال إلى العالم وهي لا تحمل سوى توقيعي (انظر الشكل 1 ـ 8)، لكن تلك الأعمال تعتبر، من نواح عدة، نتاج تعاون أفكار ومهارات عدة أشخاص واندماج تلك الأفكار والمهارات مع بعضها بعضاً.



الشكل 1 ـ 7 فريق من نافخي الزجاج يضعون اللمسات الأخيرة على قطعة زجاج فينيسي في مُحتَرف تشيهولي. ديل تشيهولي يقف خلف الصورة في الوسط، وعلى اليمين يقف فنان مورانو Murano لينو تاغليابيترا.

الشكل 1 ـ 8 توقيع ديل تشيهولي.

في بدايات عملي، لم يكن لدي من الموارد ما يمَكِّنني من جَمْع فريق عمل كبير، وكنت أعمل غالباً مع شخص أو شخصين، كانوا عادة من الطلاب أو أعضاءَ في هيئة التدريس في معهد رود آيلاند للتصاميم الفنية. وهنا يجب أن نلاحظ أن فكرة عمل الفنان في مُحتَرفه وحيداً، ليست دوماً بالفكرة الصائبة. فقد كان من الشائع أن يكون لدى أساطين الفن في عصر النهضة ما بين عشرة أشخاص وحتى ثلاثين شخصاً لمساعدتهم في مشاريعهم، وهو عكس المفهوم السائد في وقتنا هذا.

وفي سنة 1971، قمت مع بعض الأصدقاء بإنشاء مركز بيلتشوك للزجاج، خارج مدينة سياتل في ولاية واشنطن، على التلال الواقعة عند سفوح جبال كاسكيد المُطلّة على باجيت ساوند (الشكل 1 ـ 9). كانت لدينا منحة متواضعة تبلغ 2000 دولار مخصصة لافتتاح هذه المدرسة البسيطة، ولم يخطر ببالنا أن الأمر سيستمر لصيف آخر.

قدم لنا جون وآن غولد هوبيرغ، من سياتل، قطعة الأرض، واستمر جون هوبيرغ، بشكل فردي، في دعمه لبيلتشوك مدة عشر سنوات تقريباً وذلك أثناء قيامنا بإنشاء المرافق والأبنية. لقد أصبح المركز معهداً تفوق ميزانيته المليون دولار، ونقوم حالياً بإدارة خمسة برامج مدة كل منها ثلاثة أسابيع خلال فصل الصيف، ولدينا خمسون موظفاً وخمسون طالباً. والواقع أن هذه المجموعات من الطلاب والفنانين



الشكل 1 ـ 9 بدايات مركز نفخ الزجاج في بيلتشوك عام 1971. ويبدو تشيهولي في مطلع شبابه إلى يمين الصورة.

الزائرين كانت تعتبر دائماً المصدر المتجدد للأشخاص الذين يعملون معنا. ولدى تنامي شهرة معهد بيلتشوك، بدأ الناس يتوافدون من كل أنحاء العالم ـ إنهم يأتون حالياً من 25 بلداً مختلفاً ـ لدراسة فن الزجاج وللعمل هنا. وهناك كثير منهم يفضلون البقاء في سياتل. وكانت النتيجة، أن أصبحت سياتل حالياً تضم من ورشات الزجاج أكثر مما يوجد في أي مكان في العالم باستثناء مورانو.

اكتشاف التكوينات

كانت المرة الأولى التي أُتيحت لي فيها الفرصة والموارد اللازمة لأصنع ما أريد على نطاق واسع، هي المعرض الذي أقيم في متحف الفنون في سياتل، الذي كان حديث العهد آنذاك، وقد صممه المعماري روبرت ڤنتوري. أُطلق على المعرض إسم «تكوينات ديل تشيهولي 1964 ـ 1992». كانت جميع التكوينات الموجودة في هذا المعرض جديدة، لكن الجزء الأول من المعرض، الموجود في ممر معتم، كان يتألف من قطع شفافة كبيرة، بطول 9 أقدام وعرض 6 أقدام، تشكل ما يقرب من اثني عشر تكويناً، كانت قد صُنعت قبل ذلك التاريخ خلال الستينيات والسبعينيات.

وبعد ذلك، كانت القطعة الأولى التي يمكن رؤيتها بشكل فعلي، مركبة على النافذة الوحيدة في صالة العرض في متحف سياتل للفنون، وقد أسميتها «نافذة ڤنتوري» (اللوحة 9). جعلتُ أعمدة النافذة تمتد على طول الجدار البالغ 45 قدماً ثم وضعت على النافذة بعض الأشكال الكبيرة من الزجاج المنفوخ دعوتها بالقطع الجدارية الفارسية. وفي الناحية المقابلة لنافذة ڤنتوري هذه، وضعت مجموعة من 33 قطعة ماكيا Macchia ، وهي كلمة إيطالية تعني البقعة. قمت بتجميع قطع الماكيا هذه في تكوين واحد أسميته غابة ماكيا. (إن كثيراً من التكوينات التي قمت لاحقاً بتطويرها كانت تتألف، في واقع الأمر، من قطع منفصلة في الأصل صُنعت لتُعرض بمفردها. إن نفخ الزجاج

محكوم، إلى حد ما، بالحجم، فمن ناحية الإمكانات الجسدية، ليس بإمكان نافخ الزجاج صنع قطعة يتجاوز قطرها خمسة أقدام. وهكذا، وعندما بدأت تتفتح أمامي آفاق عرض مصنوعاتي داخل متاحف، كنت ألجأ إلى استخدام قطع متعددة الأجزاء وأقوم بتجميعها مع بعضها بشكل تكوينات. (وبعد غابة ماكيا، يستمر معرض سياتل، وينعطف حول زاوية، ليصل إلى تكوين أسميته إيكيبانا Ikebana وتعني باليابانية فن تنسيق الزهور). كان ذلك تكويناً آخر كنت قد طورته قبل عامين، وقد بدأ بشكل زهريات كبيرة وسوق الزهور التي كانت ستوضع داخلها. قمت مرة بتعليق سوق الزهور على الجدار في مُحترفي لأتمكن من الاختيار في ما بينها، وسرعان ما وجدت تلك المجموعة طريقها مباشرة إلى المتحف.

كان التكوين التالي مجموعة دعوتها كرات نييجيما الطافية. ونييجيما هي جزيرة صغيرة في خليج طوكيو زرتها ذات مرة بمناسبة افتتاح مدرسة جديدة لصنع الزجاج. وكان طالب ياباني قد التحق بمعهد بيلتشوك قبل بضع سنوات، وبعد عودته إلى اليابان تمكن من جمع مبلغ يكفي لافتتاح مدرسة على غرار معهد بيلتشوك، ودعيت أنا لحضور الاحتفال بافتتاح تلك المدرسة. وبعد ذلك بوقت قصير، بدأت بصنع مجموعة جديدة من الكرات الضخمة، بلغ قطر الواحدة منها 40 بوصة تقريباً، واخترت أن أسميها كرات نييجيما الطافية تيمناً بالكرات اليابانية الطافية. يُظهر الشكل 1 ـ 10 كرات نييجيما الطافية مع ثمانية

رسوم أو لوحات نُفِّذت على الورق. إنني غالباً ما ألجأ للرسم والألوان لأشرح لنافخي الزجاج ما الذي أحاول صنعه.

وقبيل افتتاح المعرض في متحف سياتل للفنون، كان هناك جزء من المعروضات لم أكن راضياً عنه تمام الرضى، كنت قد صنعته بالحجم الطبيعي في مستودع تخزين، لكنه لم يكن مناسباً لأن يكون جزءاً من المعرض. لذلك قررت أن أصنع تكويناً ذا طبقات متعددة، ثريا. وقد بلغ ارتفاع الثريا الأولى التي صنعتها عشرة أقدام.

وبالإضافة لتلك التكوينات الجديدة الخاصة بمعرض سياتل، أعدت صنع قطعة كنت قد صنعتها سابقاً واسمها 20000 باوند من الجليد والنيون وذلك خارج مبنى المتحف. في سنة 1971، قمت، بالاشتراك مع جيمي كاربنتر، وكان طالباً بمعهد رود آيلاند للتصاميم الفنية، بصنع التكوين الأصلي من النيون المجمَّد وذلك في مصنع قديم للجليد خلف المعهد. وعلى أية حال، كانت المنحوتة الجليدية التي صنعتها في متحف الفنون في سياتل هي القطعة الأولى من بين عدة قطع اشتركت في معرض «تكوينات». واعتقد أن القطعة المفضلة لدي كانت موجودة في أكاديمية هونولولو للفنون في هاواي. عندما طُلب مني، في البداية، إقامة معرض هناك، كنت أنوي، وبكل بساطة، أن أعرض تكويناً واحداً. لكنهم طلبوا قطعة الجليد والنيون، في الهواء الطلق وفي درجة حرارة تبلغ 80 درجة. ولما قلت لهم: «ليس لديكم على الأرجح، مصنع جليد هنا، من

النوع الذي ينتج تلك الكتل الجليدية التقليدية التي يصل وزنها إلى 300 باوند»، استدعاني المدير مرة أخرى وقال: «إن لدينا مصنعاً قديماً للجليد». لقد كان لديهم مصنع جليد عمره سبعون سنةً كان يصنع الجليد لقوارب الصيد، على الجزء المحاذي للبحر من هونولولو. وهكذا، انتهى بي الأمر إلى تشكيل فريق عمل من عشرة أشخاص، في هونولولو، وشرعنا بالعمل في مجموعة من التكوينات، واتسع حجم المعرض.

أقيم المعرض في مبنى بديع. في سنة 1925، قامت السيدة كلارك، التي كانت تعيش في ذلك المكان، بهدم منزلها وبناء متحف لمدينة هونولولو تبلغ مساحته 100000 قدم مربع. يضم المتحف خمس باحات داخلية تحمل كل واحدة منها اسماً مختلفاً. عندما ذهبت لزيارة المتحف لأول مرة، كنت أنوي وضع تكوين واحد في الباحة المركزية. لكنني عندما رأيت بقية الباحات، وسَّعت مجال المعرض ليشمل تكويناً لكل باحة. تُظهر اللوحة رقم 8 الباحة الأولى التي تصادفك عندما تدخل ذلك المتحف البديع، وتدعى الباحة المركزية. كنا نعرف أنه لم تكن هناك إنارة في الباحات وأن افتتاح المعرض سيتم ليلاً. ولهذا أخذنا بالبحث عن مصابيح صغيرة لكل قطعة من الزجاج وعن بطاريات صغيرة مهيأة لتدوم مدة ثلاث ساعات فقط، وهي المدة التي يستغرقها حفل الافتتاح، وتكون صغيرة قدر الإمكان. وهكذا، وضعنا مصباحاً صغيراً خلف كل كرة من كرات نييجيما الطافية لإنارتها، كما وضعنا مصابيح صغيرة



الشكل 1 ـ 10 كريات نيجيما الطافية، معروضة مع ثمانية رسوم في متحف سياتل للفنون. (تصوير: ادواردو كالديرون).

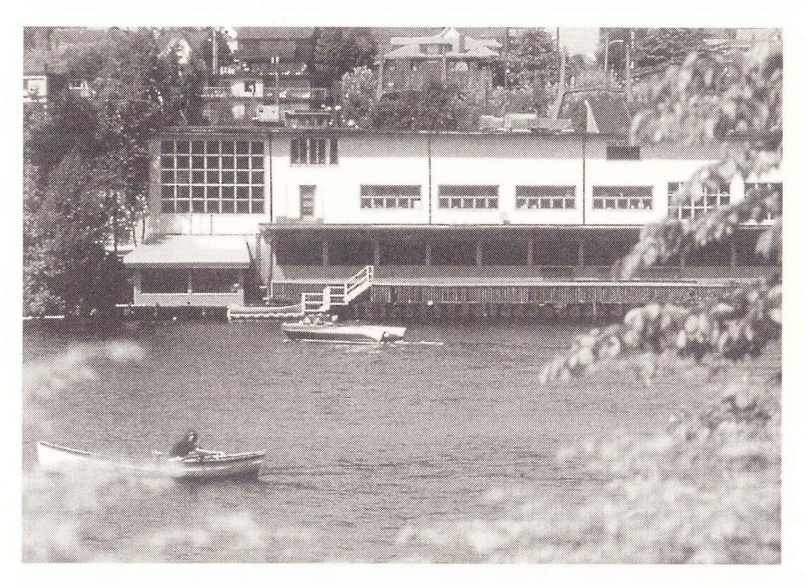
للتكوينات الأخرى أيضاً. هطل المطر في تلك الليلة. سار الأمر على ما يرام، وبخاصة بالنسبة للثريا المعلقة في باحة البحر الأبيض المتوسط، لأن قطرات المطر انسابت من كل بطن من «بطون الدبابير» الصغيرة الصفراء، لتملأ قطع الماكيا. (إن العوامل الجوية، لا تؤذي الزجاج كثيراً، إلا في حال تجَمُّد الماء.) وعندما صنعت الثريا الثانية، بعد ستة أشهر من صنع الثريا الأولى، اخترت أن أعلقها فوق نافورة صغيرة لتتناثر عليها قطرات الماء (اللوحة رقم 6).

في الباحة الشرقية وضعت تكوينين من الإيكيبانا ـ آنيتين كبيرتين للزهور بارتفاع ثلاثة أقدام تقريباً، ومن كل إناء كانت تبرز ساق زهرة أو ورقة شجر. وفي باحة أخرى، كان كل ما قمت به هو أنني أخذت بعض القطع من غابة ماكيا ووضعتها على العشب مباشرة. قال المسؤولون عن المعرض انهم لن يسمحوا لي بذلك إلا إذا كنت متأكداً من أن ذلك لن يؤذي العشب إطلاقاً. وكان جوابي: «بالطبع لن يؤذيه، وكيف يمكن له أن يؤذيه؟..» كان ذلك التكوين من أول التكوينات التي وضعها مساعديّ، وخلال ساعتين كانت الشمس قد أحرقت العشب بالكامل بسبب التكبير الذي حصل عبر القطع الزجاجية، فاضطررنا لرش العشب بدهان أخضر.

وفي داخل المبنى، تحوَّل أحد التكوينات، التي نفذناها في قسم الفن المعاصر، إلى جزء دائم من مجموعة المتحف. وطلب مني المتحف أن أعرض بعض القطع التي اشتهرتُ بها، مثل «أشكال بَحْرية» و«السلال». عندما يفكر الناس بأعمالي فإن أول ما يخطر ببالهم هو تلك الأشكال المتناسقة المصنوعة بشكل رئيسي بواسطة الحرارة والنار.

ومن هنا جاء الاسم «التشكيل بالنار». طلب مني المتحف وضع بعض القطع الزجاجية في إحدى القاعات البديعة مع بعض الرسوم التنفيذية. وهكذا خطر ببالي أن أكسو الجدران بالرسوم، وكانت تلك أول مرة أعرض فيها بتلك الطريقة. وقد لجأت، منذ ذلك الوقت، لاتباع نفس الأسلوب في معارض أخرى.

يأتي كثير من الأفكار الخاصة بالتكوينات التي أصنعها من المحترف الذي أعمل فيه والمُقام على بحيرة صغيرة في سياتل، اسمها ليك يونيون (الشكل 1 ـ 11). وليك يونيون هي بحيرة من الماء العذب تقع في المركز تقريباً من مدينة سياتل وترتبط بالمحيط بواسطة شبكة من الأقنية. لقد كان من حسن حظي أنني حصلت على هذا المبنى البديع لأجعله مُحترفاً لي، وقد أطلقت عليه اسم «المنزل العائم». فقد كان معملاً يقوم بصنع هياكل قوارب بطول 30 قدماً تتسع لثمانية أشخاص، وكان ملكاً لصانع هياكل قوارب شهير يدعى بوكوك. سأعطيكم الآن أمثلة عن الكيفية التي تنشأ بها الأفكار المتعلقة بالتكوينات، إذا وضعت مجموعة من الرسوم الخاصة بقطعة ما، فإنني أقوم بتثبيت تلك الرسوم على الجدار. (لقد كانت رؤية منظر الرسوم وهي معروضة بهذا الشكل هي ما جعلني أرغب في عرضها بالطريقة التي ذكرتها). وإذا ما تجولت في المحترف، وجدت إحدى مجموعات إيكيبانا. أنا أقوم بصنع مجموعة من أواني الزهور، وبعد ذلك أضع كل تلك القطع أمامي وأبدأ بتجميعها. وإذا ما تابعت تجوالك في المحترف، وصلت إلى غرفة طويلة تطل على البحيرة ورأيت هناك نماذج من «أشكال بَحْرية». وعلى طول الجدار، تصطف مجموعة دعوتها «قطع فينيسية»، وهي قطع تضج بالألوان والزخارف، يحمل تصميمها روح الزجاج الفينيسي من طراز Art Deco ، كما تجد أيضاً «الثريا» الثانية، وهي تضم عدة ألوان إضافة لأوراق شجر ذهبية وفضية،



الشكل 1 ـ 11 «المنزل العائم» على بحيرة «ليك يونيون» في سياتل. وهو موقع مُحتَرَف ديل تشيهولي. (التصوير: راسل جونسون).

ويتدلى منها ساقا زهرتين من مجموعة إيكيبانا. كما أنك ستجد بعض الرسوم داخل أطر، كنت قد صنعتها قبل فترة لإحدى الأوبرات. وعلى الطاولة الصغيرة الموجودة في مقدمة الغرفة، ترى قطعة من «أشكال بَحْرية» وإلى جانبها تبرز ساق من مجموعة إيكيبانا من داخل قطعة من مجموعة «قطع فينيسية».

إضافة عنصر الموسيقى: بيلياس وميليساند

كانت لي تجارب سابقة في مجال المسرح، ولكن عندما طلب مني سبيت جينكينز، مدير دار الأوبرا في سياتل، تصميم الإعدادات المسرحية لأوبرا كلود ديبوسي: بيلياس وميليساند،

لم أكن قد عملت في مجال الأوبرا قبل تلك اللحظة. وافقت بكل بساطة، دون أن أفكر بالأمر ملياً. ولكن ترتب علي في النهاية أن أحول تلك اللحظة إلى واقع، لأكتشف أن الأوبرا تتطلب الكثير من الإعدادات. ومن حسن الحظ، أن ميزانية كبيرة قد وُضعت تحت تصرفي إضافة للمهارات الكبيرة المتوفرة في ورشة المسرح في دار أوبرا سياتل.

> لا أدري لماذا وافقت بتلك السرعة، أعتقد أنني أدركت أن ما كان يُعرض علي هو أمر قد لا يُعرض علي مثيل له ثانية. (ديل تشيهولي في مقابلة تلفزيونية في محطة KCTS9 في سياتل، 7 كانون الأول 1993)

تتألف أوبرا «بيلياس»، وهي الأوبرا الأولى للمؤلِّف الموسيقي الانطباعي وهي الوحيدة التي أكمل تأليفها، من خمسة فصول واثنتي عشرة لوحة تتخللها فواصل موسيقية. وُضعت الأوبرا بشكل يختلف اختلافاً طفيفاً عن المأساة التي كتبها موريس ماتيرلنك. ولا تتعدى التعديلات المهمة التي أجراها ديبوسي على النص الأصلي حذف أدوار الخدم والشخصيات الثانوية الأخرى، وقد قام بذلك لإبراز الجوهر الرمزي الدرامي للمأساة. تحكي المسرحية الغنائية قصة زواج حفيد الملك آركل، غولود، من ميليساند، وهي فتاة غامضة كان قد التقى بها في الغابة. بعث الملك آركل بيلياس وهو أخ غير شقيق لغولود، برسالة ضمَّنها موافقته على الزواج، وخلال اللقاء الأول بين بيلياس وميليساند سقط منها خاتم زواجها في نافورة أو بئر. وبمرور الوقت أخذ بيلياس وميليساند ينجذب كل منهما للآخر. وفي أحد لقاءاتهما فيما بعد - وكانا قد أصبحا عاشقين - فاجأهما غولود الذي ملأته الغيرة والغضب الشديد وسحب ميليساند من شعرها الذهبي الطويل على المسرح. وفي النهاية يقوم غولود بقتل بيلياس، لكن إصراره على معرفة كامل الحقيقة بشأن حب ميليساند لبيلياس ظل دون جواب، ثم توفيت ميليساند أثناء

الوضع. يلجأ ديبوسي في موسيقاه لاستخدام أفكار رئيسية مختلفة وذلك لتصوير الأجواء الروحانية والأحوال النفسية السائدة في المَشاهِد (على نقيض اللجوء إلى الفكرة المهيمنة في أسلوب ڤاغنر التي تُستخدم بشكل رئيسي لتصوير الشخصيات وتصرفاتها)، كما يقوم ديبوسي بإدخال تلك الأفكار الرئيسية على رمزية ماتيرلنك. والنتيجة، عمل شاعري على درجة فائقة من التجريد.

قمت بتصميم إعدادات الأوبرا على خلفية سوداء بالكامل. كان المسرح ـ الأرضية والخلفية والجوانب ـ من الزجاج المقسّى الأسود، كما كانت الستارة سوداء اللون أيضاً. وبشكل عام، كان كل واحد من الإعدادات المسرحية يتألف من عنصر واحد ضخم يمثل المشهد (الشكل 1 ـ 12). كانت إعدادات المشهد الافتتاحي أكثر تعقيداً نظراً لتوفر الوقت اللازم لتركيبها، وكانت تتألف من سبع شجرات كبيرة. وضعتُ الرسوم، ثم ذهبنا إلى ورشة الزجاج وصنعنا نماذج من الزجاج بارتفاع بوصتين. أما على المسرح، فقد كان يتوجب أن يصل الارتفاع إلى 12 قدماً تقريباً. قامت دار أوبرا سياتل أولاً بتنظيم مؤتمر لمصممي الإعدادات المسرحية والعاملين في ورشات دار الأوبرا من كل أنحاء البلاد، لتحديد كيفية صنع تلك القطع. وكانت النتيجة أن كل القطع صُنعت بمهارة شديدة من مادة البلاستيك ثم جرى تلوينها. إن لمادة البلاستيك خواص كثيرة تشبه خواص الزجاج، فعندما تنظر إلى قطعة مصنوعة من البلاستيك، قد لا تدرك أحياناً إن كانت مصنوعة من الزجاج أم من البلاستيك. لم يكن لي، في الواقع، علاقة كبيرة بتصنيع تلك القطع، فقد تم



الشكل 1 ـ 12 بيلياس وميليساند من الرسم التخطيطي وحتى الإعداد المسرحي: الرسم التخطيطي الذي وضعه تشيهولي للتكوين الوحيد في هذا المشهد (التصوير: ميشيل سييدل).

ذلك بشكل كامل تحت إشراف روبرت شوب، وهو شخص قدير كان يشغل منصب المدير الفني لدار أوبرا سياتل، وقد أشرف على عمل طاقم مؤلف من عدد كبير من الأشخاص. وبما أن بعض تلك القطع جرى تصنيعها في أنحاء مختلفة من البلاد، فإنني لم أكن أعرف كيف كانت أي منها ستبدو على الطبيعة أو كيف ستقوم بوظيفتها، حتى ما قبل أسابيع قليلة من بدء عرض الأوبرا.

وبفضل التكنولوجيا الحديثة، كان بإمكاننا استخدام أجهزة إنارة جديدة يجري التحكم بها بواسطة كومبيوترات مبرمجة سلفاً. كان بإمكان أجهزة الإنارة ذاتها أن تتحرك وتغيّر شعاع الضوء وألوانه. وهكذا، كان بالإمكان إنارة التجهيزات على المسرح من الأمام ومن الخلف وبألوان مختلفة. كان هناك 28 جهازاً من تلك الأجهزة المبرمجة، فقد كان التحكم بالإنارة يدوياَ أمراً شديد الصعوبة، وبخاصة لكامل مجموعات الإعدادات البالغ عددها اثنتي عشرة مجموعة. كما أن إزالة تلك الإعدادات لتغيير المَشاهِد خلال الفترات القصيرة الفاصلة، التي لم تكن تزيد أحياناً عن 90 ثانية، كانت تستلزم 55 عامل مسرح.

لاشك في أنه خلال تاريخ الأوبرا البالغ 400 سنة، كانت هناك مواد شفافة ونصف شفافة يُمكن استخدامها على خشبة المسرح. ويبدو أن تلك المواد، ولسبب ما، لم تُستخدم إلا نادراً. لكن شفافية الزجاج كانت السبب وراء نجاح إعدادات

المسرح، التي صممناها لتلك الأوبرا، ولا شك بأن هذه هي الخاصية التي قمنا بتقليدها بمادة البلاستيك. إن ما جعل أوبرا بيلياس عملاً استثنائياً هو توفر إمكانية توجيه شعاع الضوء من الخلف مما أدى إلى تألق الإعدادات المسرحية.

> هناك شبه شفافية في هذه الموسيقى، وأعتقد أن عليك أن ترى النور يسري من خلالها طوال الوقت في موسيقى ديبوسي، لا يمكنك هناك أن تعيش في ظلمة على الإطلاق. هذا هو الدور الذي يلعبه الزجاج.(سبيت جينكينز، مدير دار الأوبرا في سياتل، وهو يعلق على أوبرا بيلياس وميليساند في محطة سياتل، 7 كانون الأول 1993).

هناك مشهد في الأوبرا يثير الأسى وتجري أحداثه في إحدى غرف القلعة تُعامل فيه ميليساند بوحشية وتُسحب من شعرها الأشقر على خشبة المسرح. ولكي أعبر عن مشاعري تجاه هذا المشهد، جهزت المسرح بتكوين واحد ضخم تملأه رؤوس ناتئة حادة كالأشواك، وهو عنصر نراه بكثرة في قطع فينيسية (انظر الشكل 1 ـ 12). أما المشهد الأول في القلعة فقد جهزته بثريا واحدة ضخمة تتدلى حتى منتصف المسرح، وهنا أيضاً كان ذلك هو العنصر الوحيد على المسرح. كان كثير من الأحداث الهامة يجري قرب البئر، وكانت الإعدادات الخاصة بالبئر هي الوحيدة التي استخدمت مرتين، وكان مفهومي عن هذه البئر عبارة عن طَرَف إحدى زهور الإيكيبانا وتدعى Anturium . أما إعدادات الحديقة فكانت شكلاً واحداً يصل طوله إلى 40 قدماً.

عملية التطور

قبل أن أصل إلى نهاية الحديث، أرغب في متابعة مسار العملية التي تطورتُ بها، كما أرغب في أن استرجع بإيجاز بعض المجموعات التي تعود إلى عشرين سنة مضت. هناك مجموعة «الاسطوانات الرقيقة»، ومنها «أسطوانة رقيقة صفراء لامعة ذات حافة زرقاء بارزة» ـ وهي القطعة المبينة في اللوحة رقم 7 ـ وقد صُنعت على أساس شكل تقليدي خاص بقبيلة نافاهو الهندية. وفي مجموعة تسمى «سلال بيلتشوك»، بدأتُ باستخدام الجاذبية الأرضية والقوة النابذة والنار والحرارة لصياغة الأشكال. وهناك مجموعة أخرى من السلال تحولتْ لتصبح مجموعة تدعى «أشكال بَحْرية» تتميز بتراكيب نحيلة مضلَّعة. وبعد ذلك قمت بتطوير المجموعة المرقَّطة التي أطلق عليها اسم ماكيا. «الأشكال الفارسية» هي نسخة مختلفة قليلاً عن مجموعة «أشكال بَحْرية». ثم جاءت «قطع فينيسية»، إن «قطعة فينيسية حمراء مرقشة» هي إحدى قطع هذه المجموعة (انظر اللوحة 10).

يمكن تحديد هوية معظم الفنانين ـ ويَصْدُق هذا على المعماريين أيضاً ـ عن طريق مجموعة واحدة من الأعمال التي تطورت عبر مسار حياتهم العملية.

في حالة المعماري، يمكن الحديث عن أسلوب (الأسلوب البالادي مثلاً). والاستثناء البارز هنا هو فرانك لويد رايت، الذي قام بتغيير أسلوبه بشكل واضح خمس مرات خلال حياته العملية. لا شك بأن حياته العملية استمرت لفترة طويلة،

إلا أن تغييرات كهذه لم تكن مألوفة في ذلك الوقت. لقد أصبحت التغييرات من هذا النوع مألوفة في العصور الحديثة وبخاصة منذ أن بدأت المدرسة الانطباعية، وهناك حالياً عدد لا بأس به من الفنانين الذين يغيّرون مسار مهنتهم بشكل جليّ. ويمكن الحديث هنا عن فرانك ستيلا كأحد الأمثلة عن فنان معاصر معروف قام بتغيير أسلوبه أكثر من مرة. لكن الفنان عادة يقدم أعماله بأسلوب واحد يمكن التعرف إليه، وبمرور الوقت يتطور هذا الأسلوب.

وفي ما يتعلق بي شخصياً، لم أتمكن من تطوير أسلوب محدد أو عنصر معين، إن ذلك كان كفيلاً بأن يدفعني للشعور بالسأم. حتى أنني أشعر بالسأم حالياً من أية فكرة بمجرد تنفيذها. أنا أقوم بالتجارب دون انقطاع ومن حسن الحظ أن لدي طاقماً من الأشخاص الذين يقومون بإجراء التجارب التي أرغب بها بحيث أستطيع تطوير ما أريد من أفكار. عندما التحق نافخ الزجاج الشاب مارتن بلانك بالعمل معي، كلّفته وبضعة مساعدَيْن بتطوير شكل جديد كنت أريد تنفيذه. ومرت سنة ونصف السنة قبل أن أقرر تحويل ماقاموا به من عمل إلى مجموعة، وهي المجموعة التي أصبحت في النهاية «قطع فارسية». في اللحظة التي أقرر فيها صنع مجموعة من عمل ما معين، أشعر بأنني مُلْزم بتطوير هذه المجموعة قدر ما أستطيع، أي المُضْي بها إلى نهاية الشوط. وعندما أصل إلى هذا الحد، فإنني إما أن أتوقف عن العمل فيها لفترة وجيزة أو أنني أقوم،

في حال ظهور شيء آخر استرعى اهتمامي خلال تلك الفترة، بتطوير هذا الشيء. ونظراً لأنني أعمل مع هذه المجموعة من الأشخاص، فإن بإمكاني العودة لكي أُبْدع شيئاً نعرف سلفاً كيف ننفِّذه دونما جهد كبير. فعلى سبيل المثال، عندما استقر رأيي على تكوينات ماكيا، كانت القطع المنفصلة قد تم تطويرها بالكامل، لكننا أبدعنا منها شيئاً جديداً عن طريق تجميع الكثير منها مع بعضها بعضاً. بإمكاني أن أعود لأقول «فلنصنع 40 قطعة ماكيا أخرى، كبيرة قدر الإمكان، فلنحاول أن نتفوق على أنفسنا». لكنني، في هذه الحالة، ربما كنت أقوم بتكرار نفسي.

> في شتاء ذلك العام زرنا أنا وسيلفيا مدينة فينيسيا، وأتيحت لي هناك فرصة رؤية مجموعة خاصة من أواني الزهور الفينيسية من طرازِ art deco كانت تلك المجموعة تختلف عن أية مجموعة سبقت لي رؤيتها في الكتب والمتاحف. كانت غريبة وذات ألوان صارخة، وكان معظمها ذا أشكال تقليدية وله مقابض جميلة وقطع إضافية غير مألوفة.... بدأت بنفخ الزجاج وفي ذهني أن أصنع نسخاً عن تلك الآنية الإيطالية من طراز art deco التي شاهدتها ذلك المساء في فينيسيا. بدأت برسم تخطيطي بسيط لشكل إتروسكي كلاسيكي ذي عدة مقابض. وبعد أن أنهى لينو (تاغليابيترا) القطعة الأولى سارعت إلى صنع الثانية وكانت أكثر تعقيداً وتتطلب جهداً أكبر... وبعد بضعة أيام أصبحت القطع ذاتها أكثر انسجاماً مع العمل. ولم يمض وقت طويل حتى بدأ يحدث شيء ما. تبدّى أولاً في المخططات.... وبدأت المجموعة تتخذ مساراً مختلفاً، إلى حد التطرف، وتحولت من أشكال كلاسيكية راقية لتصبح قطعاً شديدة الغرابة، المقابض أصبحت عُقَداً، والأطراف الدقيقة أصبحت مخالب، وتحولت الألوان الرقيقة إلى ألوان صارخة، وظهرت أوراق الشجر الكبيرة والريش.

ديل تشيهولي، 1989

غونتر س ستينت

المعنى في الفن والعلم

إن العمل الفني، شأنه شأن العمل الذي تقوم به الطبيعة، يبقى دائما شيئاً لامتناهياً لا يمكن فهمه: نحن ندركه بالحواس، ونشعر به، وهو يؤثر فينا، ولكن لا يمكننا التعرف إليه بشكل فعلي، والأدهى من ذلك، أن الكلمات لا يمكن لها أن تعبِّر عن جوهره وعما يميِّزه.

ج. و. ڤون غوته (1749 - 1832)

كانت العلاقة بين الفن والعلم موضوعاً لكثير من الجدال الذي يبعث على الارتباك، وذلك كما جاء في مقالة نشرها الموسيقي ليونارد ب. مبير (1974)، قبل خمسة وعشرين سنةً. يعتقد مبير أن السبب وراء كثير من الخلط الذي تضمنه هذا الجدال هو وجهة نظر نجد العلماء يؤيدونها أحياناً كما نرى الفنانين وحتى الناس العاديين يؤيدونها من حين لآخر. وترى وجهة النظر هذه أن هناك مجالاً للمقارنة بين العلم والفن، من حيث الجوهر. ويعبِّر مبير في مقالته عن تعاطفه مع المحاولات الرامية إلى المصالحة بين ما دعاه س. ب. سنو بـ«الثقافتين المختلفتين» (1959). لكنه يحذِّر، مع ذلك، من أن الجمع بين

الفن والعلم ضمن رباط، يتجاهل الاختلافات الهامة بينهما، أو يحاول إخفاء هذه الاختلافات تحت مظهر خادع، لا يُعتبر زواجاً سماوياً، بل زواج محكوم عليه بالفشل.

وقد أشار مبير، في محاولة منه لأن يدعم بالوثائق الفكرةَ التي يحاول إثباتها، وهي أن العلماء يميلون إلى الخلْط في ما يتعلق بموضوع الثقافتين وأنهم يدفعون باتجاه إتمام هذا الزواج القسري، أشار إلى مقال حول الفن والعلم كنتُ قد نشرتُه منذ مدة قصيرة في مجلة سينتيفيك أمريكان (ستينت 1972). وفي الوقت الذي كنت أشعر فيه بالفخر لأن بحثي قد استرعى انتباه واحد من أهم المنظّرين في مجال الفنون، فوجئت بأن مبير يشير إلي كمثال رهيب، وكنموذج صادق لشخص يسعى لإعاقة التطور. ولقد كان اعتقادي، طوال الوقت، أنني إنما كنت أردد ما تصورته آراءه هو، وهي الآراء التي كان قد طرحها في كتابه الرائد «الموسيقى والفنون والأفكار» (مبير 1967).

جاءت مقالتي في سينتيفيك أمريكان على خلفية إعداد دراسة (ستينت، 1968) للمقالات النقدية الكثيرة حول مذكرات واطسون «التركيب اللولبي المزدوج»، الذي يحوي وصفاً لاكتشاف واطسون وكريك لتركيب الـ د. ن. أ. (واطسون، 1968، 1980). كان جُلَّ النقاد من العلماء، وقد تمخَّضت جهودهم في النهاية (دون أن يقصدوا ذلك، على الأغلب) عن تقديم عدد من الآراء المُعمَّقة حول علم الاجتماع وعلم النفس الأخلاقي، ضمن مجال العلوم، يقارب ما جاء في مذكرات

واطسون. كان أحد هؤلاء النقاد عالم الكيمياء الحيوية إروين تشارغاف (1968)، الذي لعب دوراً رئيساً في قصة واطسون (وكان قد قام بعمل أساسي مهم يتعلق بتركيب الـ د. ن. أ.). لم يزد ما وجده تشارغاف من مزايا في إنجازات واطسون الأدبية عما كان قد وجده، بداية، في اكتشاف واطسون وكريك لتركيب الـ د. ن. أ.. ولم يكتف تشارغاف بإبداء لامبالاة تجاه كتاب واطسون، بل إنه صرح بأن السيرة الذاتية العلمية هي أكثر الأجناس الأدبية سماجة. والسبب؟.. لأن العلماء يعيشون حياة رتيبة خالية من الأحداث، أي أنهم، مملّون.

ولكن لماذا تتسم حياة العلماء بالرتابة والخلوّ من الأحداث على عكس الحياة المثيرة التي يعيشها الفنانون الذين يشكّلون مواضيع لسِيَر خاصة أكثر إمتاعاً؟.. يعود السبب، برأي تشارغاف، إلى وجود فرق عميق في نوعية تَفرُّد منجزات كل من الفنانين والعلماء. يقول تشارغاف:

«لو لم يوجد شكسبير وپيكاسو فإن مسرحية تيمون الأثيني لم يكن ليُقَدَّر لها أن تُكتب، كما أن لوحة «آنسات أڤينيون» لم يكن ليُقَدَّر لها أن تُرسم. ولكن ما عدد المنجزات العلمية التي يمكن أن نقول عنها الشيء ذاته؟..

يمكننا القول، إلى حد ما، بأن العلوم هي التي تصنع الرجال وليس الرجال هم من يصنعون العلوم، عدا بعض الحالات الاستثنائية النادرة. والشيء الذي يقوم به (أ) اليوم، سيصبح بإمكان(ب) و(ج) و(د) القيام به غداً لا محالة».

لقد شعرت بالدهشة من أن تشارغاف كان يعتبر تطور الفنون

أمراً يعتمد كلياً على ظهور عدد متعاقب استثنائي من العبقريات الفريدة في الوقت الذي نراه فيه ينظر إلى تطور العلوم من المنظور الهيغلي أو من المنظور الماركسي ـ لا قدَّر الله ـ القائل بالحتمية التاريخية. وبعبارة أخرى، كان تشارغاف يعتقد أن شكل التقدم العلمي تحدده قوى ثابتة لا وساطة بشرية عارضة. وبما أنني وجدت صعوبة في تصديق أن تشارغاف يمكن له أن يؤمن بأفكار ركيكة من هذا النوع، ساورني الشك في أول الأمر بأن المقصود من عرض وجهة النظر تلك هو التهوين من شأن اكتشاف واطسون وكريك. لكن الشكوك القاسية التي ساورتني بشأن دوافع تشارغاف لم يكن لها ما يبررها: فقد ظهر أن معظم أصدقائي وزملائي، بمن فيهم فرانسيس كريك ذاته (1974) كانوا متفقين مع تشارغاف على أننا، لو لم يوجد شكسبير، لما كنا لنحظى بمسرحية تيمون الأثيني، ولكن حتى ولو لم يوجد واطسون وكريك، فإننا سنتوصل، بأي حال من الأحوال، إلى التركيب اللولبي المزدوج للـ د. ن. أ. ولذلك، كتبت مقالتي التي نشرت في سينتيفيك أمريكان لأُبيِّن لهم أن التناقض بين الإنجازات الفنية الفريدة المشروطة وبين الإنجازات العلمية الحتمية، وبالتالي، العادية، هذا التناقض ليست له قيمة كبيرة من الناحيتين الفلسفية والتاريخية.

عالم المشاعر الداخلي والعالم الموضوعي الخارجي

ماذا أقصد بتعبير «فن» وبتعبير «علم»؟.. لقد أكَّدتُ أن الفن والعلم عبارة عن فعاليتين تسعيان لاكتشاف حقيقة العالم

وإيصالها للآخرين: تشترك هاتان الفاعليتان بسمات رئيسة وهي البحث عن معنى الحقائق الجديدة وصياغة هذا المعنى بوسيلة ذات دلالات مفهومة. إن نقطة الاختلاف الجوهري بين الفن والعلم هي ذلك المجال من العالم الذي ترتبط به المضامين ذات الدلالة في الأعمال الفنية أو العلمية بشكل أساسي. إن المجال الذي يتوجه إليه الفنان هو عالم المشاعر الداخلي الذاتي. إذاً، ترتبط وسائط التواصل الفنية بشكل أساسي بالعلاقات بين الظواهر الخاصة ذات المغزى الفعّال. أما المجال الذي يتوجه إليه العالِم، فهو عالم الظواهر المادية الخارجي الموضوعي، إذاً، ترتبط وسائط التواصل العلمية بشكل أساسي بالعلاقات بين الأحداث العامة.

لقد اكتشفت في كتاب ميير أن هناك استثناء مهماً من هذا التفسير لتعبير«فن»، وهو استثناء يُثْبت القاعدة. إن سمة التواصل ذي الدلالة بين الفنانين وجمهورهم ترتبط فقط بما يدعوه ميير بالفن «التقليدي» (أي ما يعتبره معظم الناس فناً)، ولكنها لا ترتبط بما يدعوه بالفن «المُبهَم» (الذي يضم موسيقى الصُدْفة aleatoric ، والرسم الحَرَكي action painting والفن الشعبي pop art وبقية الظواهر الأخرى التي ظهرت بعد الحرب العالمية الثانية). وبالنظر إلى أن الفن المبهم قد تخلى عن وظيفة حَمْل دلالة ما، فإن هذا الفن يمثل المرحلة الأخيرة في مسيرة تطور الأساليب الفنية التي بدأت منذ آلاف السنين. إن الفكرة القائلة بأن المسار الطويل للتطور الفني قد بلغ منتهاه بالفن المُبهم،

وبأنه لم يعد هناك إمكانية لظهور أساليب جديدة تخلُف هذا الفن، هذه الفكرة كانت تعتبر نوعاً من النظرة المستقبلية منذ خمس وعشرين سنةً. لقد تحققت النبوءة، خلال الفترة المنصرمة، وذلك بظهور الأعمال المثيرة المغرقة في التكلُّف في فترة ما بعد الحداثة التي قامت «باسترجاع» أساليب الماضي بدل ابتكار أساليب جديدة.

ورغم هذا الاختلاف الجوهري في مجالات الاهتمام بين الفن التقليدي وبين العلم، إلا أنهما يشكِّلان سلسلة متصلة تحمل فكرة رئيسة، وليس هناك مغزى في محاولة رسم حدود واضحة تفصل بينهما، إذ أننا رغم كل شيء، نرى أن نقل المعلومات وإدراك معناها يشكلان جوهر الفن والعلم.

الطبيعة المتفرّدة للفن العظيم في مقابل الطبيعة العادية للعلم العظيم: التناقض الكبير

تساءلت في مقالتي المنشورة في سينتيفيك أميريكان عما إذا كان من المنطق التأكيد على فكرة أنه لا أحد غير شكسبير كان سيتمكن من صياغة التراكيب اللفظية الواردة في مسرحية تيمون، بينما كان بإمكان أشخاص غير واطسون وكريك تقديم الأفكار الواردة في بحثهما المنشور في مجلة Nature في نيسان من سنة 1953. من الجلّي أن ذلك التتابع المعين للكلمات في بحث واطسون وكريك لم يكن ليُكتَب لو لم يوجد المؤلفان، تماماً كما أن التتابع المعين للكلمات في مسرحية تيمون لم يكن ليُكتَب لو لم يوجد شكسبير (على الأقل، ليس قبل أن تنتهي

القِرَدة الخرافية، التي تطبع على الآلة الكاتبة، من مهمتها العشوائية في المتحف البريطاني). وهكذا، نرى أن بحث واطسون وكريك ومسرحية شكسبير يُعتبران، على حد سواء، تراكيب لفظية فريدة تاريخياً. لكننا لدى تقويمنا للتفرُّد الإبداعي للتركيب اللغوي لا نُلْقي بالاً إلى التتابع الدقيق للكلمات، ما يهمنا هنا هو تفرُّد مغزى مضمون هذا التركيب. وهكذا سَلَّمتُ على الفور بأنه، حتى ولو لم يوجود واطسون وكريك، فإن أشخاصاً آخرين كانوا، على الأرجح، سيقومون بنشر بحث مُرض حول مضمون التركيب الجزيئي للـ د. ن. أ. وبالتالي فإن مضمون بحث واطسون ـ كريك لا يتمتع بالتفرّد. أما في ما يتعلق بمغزى مضمون مسرحية شكسبير، فقد أشرت إلى أن الأمر لا يقتصر فقط على وجود احتمال بأن تجري كتابة قصة البلايا والمِحَن التي مُنِيَتْ بها الشخصية الرئيسية، تيمون، حتى ولو لم يوجد شكسبير، بل إن القصة قد كُتبت، في الواقع، دون أن يكون موجوداً. إن ما قام به شكسبير لا يعدو إعادة صياغة قصة تيمون التي كان قد قرأها في مجموعة ويليام بينتر من الحكايات الكلاسيكية «قصر المَسّرات»، التي كانت قد نشرت قبل 40 سنةً. وكان بينتر قد اعتمد، بدوره، على المؤلفين الكلاسيكيين القدماء من أمثال بلوتارك ولوسيان.

لكن العنصر الإبداعي في المسرحية ليس قصة تيمون، المهم هنا هو جِدَّة الأفكار العميقة التي تتناول طوايا المشاعر الإنسانية التي نقلها لنا شكسبير عبْر هذه المسرحية، فهو يُظهر

لنا، هنا، كيف يمكن للإنسان أن يتجاوب مع ما تحمله الحياة من ظلم، وكيف يمكن لمشاعر هذا الإنسان أن تنقلب من الرغبة المندفعة في عمل الخير إلى كره عميق للناس من حوله. هل يمكننا، إذاً، القول بكل ثقة أن مسرحية تيمون هي مسرحية فريدة من حيث جوهر المغزى فيها؟.. الجواب هو: لا يمكننا ذلك، فليس هناك من بإمكانه الجَزْم بأنه لو لم يكن شكسبير قد وجد، فلن يُقدَّر لكاتب مسرحي آخر أن ينقل لنا أفكاراً تحمل شَبَهاً كبيراً بأفكاره. لا شك بأن كاتباً مسرحياً آخر سيقوم باستخدام قصة مختلفة كلياً لإيضاح فكرته ولمعالجة نفس الموضوع، كما فعل شكسبير نفسه فيما بعد في مسرحية الملك لير التي تُعتبر أنجح من سابقتها.

وبهذا، يمكننا في نهاية الأمر أن نقتصر على التأكيد أن مسرحية تيمون هي مسرحية شكسبيرية متفرّدة لأنه ما من مؤلف مسرحي آخر كان ليستطيع التعبير عن الأفكار بالأسلوب الرائع ذاته الذي يُميِّز ذلك الشاعر العظيم، حتى ولو تمكن من أن ينقل إلينا نفس الأفكار بشكل أو بآخر. ولكن، ماذا عن التركيب اللولبي المزدوج الذي اكتشفه واطسون وكريك؟.. هل يمكننا أن نُسَلِّم بأن كلاً من الأطباء (ب) و(ج) و(د)، الذين سيتوصلون في نهاية الأمر إلى اكتشاف تركيب الـ د. ن. أ.، سيتوصلون إلى ذلك بنفس الأسلوب الراقي وبأنهم سيقومون بنشر بحث يُحدث الثورة ذاتها في علم الأحياء المعاصر؟.. لقد عبَّرت عن اعتقادي، المبني على أساس معرفتي الخاصة

بالأشخاص الذين كانوا يشتغلون في محاولة اكتشاف تركيب الـ د. ن. أ. في أوائل خمسينيات القرن العشرين، بأنه لو لم يكن واطسون وكريك قد وُجدا، فإن الأفكار التي قدماها دفعة واحدة، كانت ستنساب رويداً رويداً بشكل تدريجي على مدى عدة أشهر أو عدة سنين.

لماذا، إذاً، نرى كثيراً من العلماء يتقبّلون فكرة التناقض بين الطبيعة المتفرِّدة للفن العظيم والطبيعة العادية للعلم العظيم؟.. لقد ذكرت في مقالتي عدة تفسيرات مختلفة كان أحدها هو افتقاد العالِم لمعرفة الأساليب التي يعمل بها الفنانون. إن العلماء يميلون لتصوّر العمل الإبداعي للفنان كما تقدمه أفلام هوليوود: كورنيل وايلد، في دور فريدريك شوبان، يحدّق بوَلَه إلى ميريل أوبيرون، التي تقوم بدور ملهمته وخليلته جورج صاند، وهو جالس إلى البيانو، وما أن تنقضي ثوان حتى يقوم بتأليف افتتاحياته الشهيرة Preludes. إن العلماء يدركون أن الأمور العلمية تأخذ دون شك منحى مختلفاً تماماً. فهناك عشرات من الباحثين الطموحين، الذين يتَّصفون بالنمط ذاته، يكدحون في مخابر كثيرة متشابهة، كلهم يحاول التوصل إلى اكتشافات متماثلة، وكلهم يستخدم، إلى حد ما، المعارف والتكنولوجيات ذاتها، ينجح بعضهم ويواجه بعضهم الآخر الفشل. ويمكننا أيضاً أن نلاحظ أن الفنانين أيضاً يميلون لتصور العمل الإبداعي العلمي بشكل غير واقعي، كما تقدمه أفلام هوليوود: بول موني، في دور لويس باستور، يقضي الليل

ساهراً في مخبره في معهد باستور. يهبط عليه الوحي، فيأخذ بعض القوارير من على الرف ويمزج محتوياتها ومن ثم، وجدتها!.. لقد اكتشف لقاحاً لداء الكَلَبْ. إن الفنانين يعرفون، بدورهم، أن شؤون الفن تسير دون شك على نحو مختلف تماماً. فهناك العشرات من الكتّاب والرسامين والمؤلفين الموسيقيين الطموحين، الذين يتَّصفون بالنمط ذاته، يكدحون في غرف عُلْوية كثيرة متشابهة، كلهم يحاول إنتاج أعمال متماثلة، وكلهم يستخدم، إلى حد ما، المعارف والتكنولوجيات ذاتها، ينجح بعضهم ويواجه بعضهم الآخر الفشل.

الأعمال في مقابل المضمون، الاكتشافات في مقابل الأعمال الإبداعية

هناك سبب آخر يدعو لتقبُّل فكرة التناقض بين الفن والعلم، وهو الخلْط بين الأعمال، من جهة، وبين مضمونها من جهة أخرى. إن المسرحية أو اللوحة هما عملان فنيّان، في حين أن النظرية العلمية أو الاكتشاف العلمي لا يُعتبران عملين علميين بل مضمون عمل ما، ككتاب، مثلاً، أو بحث أو رسالة أو محاضرة أو مناقشة. وهكذا نرى أن افتراض تشارغاف، بوجود اختلاف في نوعية التفرّد، لا يُعتبر فقط خاطئاً من حيث صياغته، بل هو من قبيل الهراء لأنه يُجري مقارنة بين أعمال فنية ـ أي النص الشكسبيري لمسرحية تيمون أو لوحة پيكاسو آنسات أڤينيون ـ وبين مضمون عمل علمي (التركيب اللولبي المزدوج للـ د. ن. أ.)، لا العمل العلمي بحد ذاته (بحث

واطسون وكريك المنشور في مجلة Nature). إن الاختلاف الجوهري بين العمل ومضمونه هو مصدر كبير للخلط لم يتمكن أحد، ولا حتى ميير كما أعتقد، من إدراكه. علينا أن نقارن نص شكسبير أو لوحة پيكاسو ببحث واطسون وكريك. وكما لاحظنا آنفاً، فإن الأعمال العلمية متفرّدة كالأعمال الفنية تماماً، وما يجب أن نتوجه إليه باهتمامنا هو تفرُّد مضامين هذه الأعمال.

ويستتبع ذلك، أن سبب الخلط القائم في الجدال حول العلاقة بين الفن والعلم لا يمكن أن يكون هو ما جاء به ميير، أي وجود عدد كبير من العلماء ممن يؤمنون بتشابه الفن والعلم من حيث الأساليب الجوهرية، بل على العكس من ذلك، فقد اكتشفت أنا أن معظم العلماء يبدون، كميير، ميالين للاعتقاد بأن الفن والعلم مختلفان بشكل جوهري. وفي حين أن هذا الاعتقاد لا يبدو خاطئاً ـ من حيث أن المضامين ذات الدلالة في الأعمال الفنية والأدبية تتوجه إلى مجالات مختلفة من العالم ـ فإننا نرى، في الوقت ذاته، أن الفن والعلم متشابهان أيضاً بشكل جوهري. كلاهما يسعى لاكتشاف حقائق جديدة عن العالم وإيصال تلك الحقائق إلى الآخرين (انظر فصل جيلو «منظور الرسام»، الجزء الرابع).

لكن ميير لا يريد الإقرار بوجود هذا التشابه نظراً لاعتقاده أن فكرة «الاكتشاف» ترتبط بالأعمال ذات الطابع العلمي فقط، بينما لا تُعتبر الأعمال الفنية اكتشافات بل «إبداعات». وهو يرى «العالم الخارجي»، الذي يحاول العلم سبر أغواره، من منظور

«الواقعية الساذجة»، التي ترى أن الظواهر والعلاقات في ما بينها تتمتع بوجود موضوعي مستقل عن العقل البشري، كما يعتقد أن العالم الخارجي المحيط بنا هو كما نراه ونسمعه ونشمه ونلمسه، ومن ثم، فإن العالم الخارجي موجود بكل بساطة مع قوانينه العلمية، وما على العالِم سوى القيام بالاكتشاف. فبالنسبة لميير، كان لجزيء الـ د. ن. أ. تركيب لولبي مزدوج قبل أن يقول واطسون وكريك ذلك وهي مقولة يُقرّها معظم العلماء الذين يتفقون مع ميير.

وعلى النقيض من ذلك، فإن ميير يرى العالَم «الداخلي»، الذي يحاول الفن سبر أغواره، من منظور «المثالية» التي ترى أن الظواهر والعلاقات في ما بينها لا تتمتع بأية حقيقة خارج نطاق ابتكارها من قِبَل العقل البشري. ومن ثم، فليس هناك ما يُكتشف في العالم الداخلي، والفنانون يبدعون أعمالهم من لا شيء ex nihilo. لقد قام كلٌ من شكسبير وبيكاسو، وبكل بساطة، بتفصيل تيمون وآنسات أڤينيون من قطعة قماش كاملة. إن إصرار ميير على وجود تناقض بين «الاكتشاف» و«الإبداع» يوحي بأنه لم يدرك تماماً الحل الحاسم الذي وضعه عمانوئيل كانت (1724 ـ 1804) للتضارب المَعْرفي epistemological بين الواقعية الساذجة والمثالية. إن نظرية كانت في المعرفة قد مارست تأثيراً على العلوم الإنسانية تحت الشعار العام للبنيوية structuralism وذلك خلال الستينيات والسبعينيات من القرن العشرين. لقد برزت البنيوية، بشكل متزامن ومستقل وبأشكال

مختلفة في الكثير من مجالات البحث المختلفة، كعلم النفس واللغويات linguistics وعلم الأجناس البشرية anthropology وعلم الأحياء biology.

الحقيقة كمجموعة من التحولات البنيوية التي يجرّدها العقل عن العالم الظاهراتي

إن كلاً من الواقعية الساذجة والمثالية تُسَلِّم بأن جميع المعطيات التي تقوم الحواس بجمعها تصل إلى العقل بشكل فعلي. تتصور الواقعية الساذجة أن الحقيقة «تنعكس» بصورتها الأصلية في العقل، وذلك بفضل تلك المعطيات الحسية، بينما تتصور المثالية أن العقل يقوم «بابتكار» الحقيقة بفضل تلك المعطيات الحسية. لكن البنيوية طرحت فكرة أن المعرفة المتعلقة بعالم الظواهر تدخل إلى العقل لا كمعطيات بدائية بل بشكلٍ تم تجريده إلى حد فائق، أي بشكل تراكيب بنيوية structures (انظر فصليّ ستيفنز وداماسيو). وخلال العملية السابقة للوعي التي يجري فيها تحويل المعطيات الحسية الأولية، خطوة فخطوة، إلى تراكيب بنيوية، لا بد وأن تُفْقَد بعضُ المعطيات، لأن إيجاد التراكيب أو التعرُّف إلى الأشكال patterns ، لا يعدو أن يكون إتلافاً انتقائياً للمعطيات. إن العقل يقوم بإيجاد الشكل من تلك الكتلة من المعطيات الحسية عن طريق التخلص من بعض المعطيات. وفي نهاية الأمر فإن ما يتبقى من المعطيات يُشكِّل التركيبة البنيوية التي يدرك العقل من خلالها أمراً ذا مغزى، (إن وجهة النظر هذه المتعلقة بالمدْرَكات والقائلة بحذف بعض

المعطيات، قد تم إثباتها من خلال أحدث التطورات في علم بيولوجية الجملة العصبية، وباعتقادي أن ذلك يشكل أحد المضامين الفلسفية القليلة التي قدمها علم دراسة الجملة العصبية حتى الآن، (انظر فصل ستيفنز «الخط مقابل اللون» الجزء الرابع). إذاً، بما أن العقل لا يتسنى له الحصول على كامل مجموعة المعطيات المتعلقة بالعالم، فإنه لا يستطيع بالتالي أن يعكس الصورة الأصلية للحقيقة. لكن العقل لا يمكنه أيضاً أن يبتكر حقيقة ما حسب هواه. وبرأي الواقعية البنيوية، أن العقل يقوم، عوضاً عن ذلك، بتأويل الحقيقة بشكل مجموعةٍ من التحوّلات البنيوية التي يجرِّدها عن العالم الظاهراتي.

إذاً، فتركيب جزيء الـ د. ن. أ. لم يكن بالشكل الذي كان عليه قبل أن يقوم واطسون وكريك بتحديده، لأنه لم يكن هناك، ولا يوجد حالياً، شيء يدعى بجزيء الـ د. ن. أ. في العالم الطبيعي. إن جزيء الـ د. ن. أ. هو تجريد أوجدته جهود، استغرقت قرناً كاملاً، قامت بها أعداد متعاقبة من علماء الكيمياء الحيوية، الذين اختاروا مجموعات معينة من الظواهر الطبيعية لتكون محور اهتمامهم. إن التركيب اللولبي المزدوج للـ د. ن. أ. هو إبداع بقدر ما هو اكتشاف، والعالَم الذي يوجد فيه التركيب اللولبي المزدوج لجزيء الـ د. ن. أ. هو عقل العلماء والمؤلَّفات العلمية وليس العالَم الطبيعي (إلا بقدر ما يتضمن هذا العالَم أيضاً العقول والكتب). وبذلك، فإن التناقض بين الاكتشاف والإبداع، كما هو مطبَّق في مجالّي الفن والعلم،

لا يحمل أية مزية فلسفية تستحق الذكر.

تقول الواقعية البنيوية إن كل عمل إبداعي في مجال الفنون أو العلوم هو عمل عادي وعمل فريد في الوقت ذاته. عمل عادي بمعنى أن هناك تشابهاً فطرياً في عمليات التحويل التي يقوم بها مختلف الأشخاص على المعطيات الأولية نفسها، الآتية من العالمَيْن الداخلي والخارجي، أي أننا جميعاً، وبكل بساطة، مخلوقات بشرية. وهوعمل فريد بمعنى أنه لا يوجد شخصان متشابهان، وبالتالي، لا يوجد شخصان يقومان بالعمليات التحويلية ذاتها على مجموعة معينة من المعطيات البدائية. وقد أثبت علماء البيولوجيا النمائية للجملة العصبية developmental neurobiology أنه لا يوجد شخصان ـ ولا حتى بين التوائم المتماثلة ـ يحملان منظومتين عصبيتين متماثلتين (انظر فصل بفننغر «الدماغ المتطور»، الجزء الثاني)، إذاً، جميع العقول البشرية مختلفة، ومع ذلك فهي متشابهة. وهذا هو السبب في أن هناك شيئاً ما فريداً وشيئاً ما عادياً في كل اكتشاف.

الحقيقة في الفن والعلم

يرى مير أن هناك اختلافاً عميقاً أساسياً آخر بين الفن والعلم، ويتعلق هذا الاختلاف بالتناقض الموجود بين الاكتشاف والإبداع ويقول إن النظريات العلمية تحمل طابعاً فرضياً propositional بينما تحمل الأعمال الفنية طابعاً تمثيلياً presentational . إن التناقض الثاني الذي يقدمه مير يضيف المزيد من الإرباك إلى الجدال القائم وذلك لأن جميع الأعمال،

العلمية منها والفنية ـ أي جميع التراكيب المتعلقة، من الناحية الفعلية، بدلالات الألفاظ ـ هي أعمال ذات طابع تمثيلي. وهي تمثيلية بمعنى أنها أشكال مجرَّدة يمكن لها إحداث تجارب إنسانية ممتعة آسرة تثير المشاعر. ومن ناحية أخرى، فإن خاصية كون العمل فرضياً لا تتعلق بالأعمال بحد ذاتها بل بمضامينها. وتعتبر المضامين فرضية بمعنى أنها مقولات تؤكد أو تنفي شيئاً ما، بحيث يمكن وصف هذه المضامين بأنها إما صحيحة أو خاطئة. إذاً فنحن عندما نتحدث عن الطبيعة التمثيلية، فإننا إنما نشير إلى العمل، وعندما نتحدث عن الطبيعة الفرضية فإننا نشير إلى مضمون هذا العمل.

ولا شك بأنه لا يتحتم على كل بنية تمثيلية أن يكون لها بالضرورة مضمون فرضي. وهنا يشير ميير، وهو محق في ذلك، إلى أن ظاهرة طبيعية ما، كغروب الشمس مثلاً أو جبل إيفريست، هي بنية تمثيلية دون أي مضمون فرضي. فليس هناك ما هو حقيقي أو ما هو زائف بشأنها، إنها موجودة وحسب. لكن ميير، بإنكاره المضمون الفرضي للأعمال الفنية، إنما يلمّح إلى عدم إمكانية وجود ما هو حقيقي أو ما هو زائف بشأن هذه الأعمال، ومع ذلك، وبوصفه باحثاً في ميدان الفنون، فإن ميير لا يستطيع أن يدعم بسهولة فكرة أن معظم الأعمال الفنية تتسم بخاصية أنه لا يمكن الحكم على مضامينها من منظور الحقيقي أو الزائف لأنه بذلك يدفع بنفسه إلى أحضان البطالة. ولهذا، فهو يسلِّم قائلاً إن الأعمال الفنية التقليدية العظيمة، على عكس

غروب الشمس أو إيفريست، تستحق منا الإقرار والموافقة. بل إن هذا ما يجعلها، في واقع الأمر، عظيمة، وهي تبدو، كما النظريات التي تم إثباتها، بديهية لا تقبل الجدل، حافلة بالمعاني وضرورية، معصومة تنير الأذهان بإشراقها. وهناك دون شك، هالة من «الحقيقة» تتوِّج هذه الأعمال. لكن ميير يصر على أن «الحقيقة» تتعلق بالفن بمعنى مجازي فقط. والسبب؟... إن وجهة نظر الواقعية الساذجة، التي ينطلق منها ميير لمعالجة هذه المشكلة العميقة، تقول بأن الافتراض الصحيح حرفياً يعْرِض الواقع بموضوعية (أي كما نلاحظه في العالم الواقعي سواء بشكل مباشر أم غير مباشر). وبالنظر لعدم توافر أحكام يمكن تصوُّرها تستطيع اختيار صحة مضمون العمل الفني، فإنه يمكن بالتالي القول إن العمل «حقيقي» بالمعنى المجازي فقط لا بالمعنى الحرفي. وكيف يكون بإمكان المرء اختبار ما إذا كانت لوحة آنسات أڤينيون حقيقية أم لا؟.. يستنتج ميير، مدفوعاً بالنظرة الواقعية الساذجة، أن الأعمال العلمية هي افتراضات propositions بمعنى أن بإمكانها أن تكون حقيقية بشكل حرفي، ولكن المضامين في الأعمال الفنية تكون حقيقية بالمعنى المجازي فقط.

إن الواقعية البنيوية تفضي بنا إلى مفهوم حرفي مختلف للحقيقة نظراً لأن الواقع، الذي ترتبط به الحقيقة، هو شيء يقوم كل شخص على حدة بتجريده من عالم الأشياء حوله. فالافتراض يكون حقيقياً (بالنسبة لي) بقدر انسجامه مع صورتي الذاتية عن العالم (أي الواقع الخاص بي) وبقدر ما يكون أهلاً

لموافقتي «أنا». ومن الواضح أن هذا المعنى الحرفي للحقيقة ليس معنى موضوعياً، بل هو معنى ذاتي.

وهو لا يوصلنا إلى مفهوم الحقيقة الموضوعية إلا بالقدر الذي أكون فيه مقتنعاً بأن الافتراض الذي أعتبره أنا صحيحاً جدير بموافقة كل شخص يكون مؤهلاً لإطلاق حكم كهذا. وهنا، ليس بالإمكان التوصل إلى المثال الأعلى للحقيقة الموضوعية المطلقة إلا إذا نال الافتراض موافقة الله نفسه. إذاً فإن استخدام تعبير «الحقيقة» فيما يتعلق بمضمون العمل الفني، لا يُعتبر من وجهة نظر الواقعية البنيوية، مجازياً على الإطلاق: إنه الاستخدام الحرفي ذاته الذي يُطَّبق على مضمون العمل العلمي. إن ما يدفعنا للإيمان بحقيقة الافتراضات العلمية هو بالضبط أهليتها لنيل الموافقة. وخلال السنوات الخمسين التي قضيتها في العمل في المجال العلمي، قمت شخصياً بإثبات، أو بدراسة التقارير التي نشرها آخرون لإثبات، جزء بسيط فقط من الافتراضات العلمية التي أعتقد بصحتها (هذا إذا افترضنا جدلاً إمكانية القيام بالإثبات).

أما ما تبقى من هذه الافتراضات فقد لاقت قبولاً، وبكل بساطة، للأسباب نفسها التي يوردها مير كأساس لوجود هالة الحقيقة التي تحيط بالأعمال الفنية العظيمة.

السلسلة الفكرية المتصلة بين الفن والعلم

سنناقش الآن السلسلة الفكرية المتصلة التي تتبدى في الفن

والعلم وذلك من حيث المجالات الرئيسة التي يتركز فيها اهتمام كل منهما في العالمين الداخلي والخارجي (الجدول 1 ـ 1). تقع الموسيقى، وهي تتجلى كأكثر أشكال الفن نقاءً وأقلّها تعبيراً عن العالم الخارجي، عند أحد طرفي هذه السلسلة المتصلة. وبالتالي، تُبدي الموسيقى أقل توافق فكري مع العلم، الذي يشغل الطرف الآخر لتلك السلسلة. إن مضمون الأعمال الموسيقية يحمل درجة من الصفاء العاطفي تفوق ما يحمله مضمون أي شكل فني آخر، وذلك لأن الرمزية الموسيقية نادراً ما تشير إلى أية صور من العالم الخارجي، الذي لا تستطيع، بأية حال، أن توفيه حقه. وهكذا، فإن معنى التراكيب الموسيقية يرتبط بشكل كلي تقريباً بصور داخلية. وهذا ما يجعل «برنامجاً موسيقياً» مثل «صنوبرات روما Pines of Rome» من تأليف ريسبيغي، لا يلقى تقديراً كبيراً بين علماء الموسيقى: فهو يحاول تحقيق هدف لا تُعتبر الموسيقى مناسبة لأجله. إن بإمكان الرمزية الموسيقية الاستغناء عن الصور الخارجية

المجـــال	الوسيلــة
العالم الداخلي	غير لغوي
الموسيقى الشعر الرقص الرسم النحت فن المسرح الأدب العلم	
العالم الخارجي	لغوي

الجدول 1 ـ 1 السلسلة المتصلة للفن والعلم

والسبب، برأي سوزان لانغر (1948) فيلسوفة الفن العظيمة في القرن العشرين، هو أن «صِيَغ المشاعر الإنسانية تنسجم مع الصِيَغ الموسيقية بدرجة تفوق بمراحل انسجام صِيَغ اللغة المنطوقة مع تلك الصِيَغ الموسيقية، إن الموسيقى تكشف طبيعة المشاعر بشكل دقيق وحقيقي لا يمكن أن تجاريها فيه اللغة». (انظر أيضاً فصل أدولف «الموسيقى حاضرة في الذهن»، الجزء الثاني). وبالتالي، فإن الموسيقى تحمل في ألحانها ما لا يمكن للكلمات أن تحمله، ولا يمكن مقارنتها مع اللغة، ولا حتى مع الرموز التمثيلية كالصور في اللوحات، مثلاً، أو كالحركات الإيمائية في الرقص.

إن موقع شكل فني ما في هذه السلسلة ـ أي مدى قربه من العلوم ومدى توجهه في الخطاب إلى العالم الخارجي ـ يبدو وثيق الصلة بالدرجة التي تشكِّل بها رموز هذا الشكل الفني جزءاً لا يتجزأ من اللغة. إن الفنون البصرية والرسم والنحت لا تزال تُعتبر نسبياً أشكالاً فنية «صافية»، مثلها مثل الشعر، فالشعر ـ رغم أنه يلجأ إلى اللغة كوسيلة للتعبير ـ إلا أنه يستخدم الكلمات بشكل شبه موسيقي. ويشغل الأدب والفن المسرحي موقعاً وسطاً بين الموسيقى والعلوم، نظراً لكون الرمزية فيهما لغوية في معظمها ونظراً لروابطهما الفكرية الوثيقة بالعالم الخارجي، رغم أنهما يتوجهان بالخطاب إلى عالم المشاعر الداخلي. أما العلم، فهو، دون أي شك، يعتمد كلياً على اللغة كوسيلة دلالية وحيدة.

ورغم كل ما قيل، فإن التدابير الدلالية الخاصة بالفن لا تزال تطرح مشكلة عويصة. ما هو معنى الافتراضات التي جرت صياغتها ضمنياً في الأعمال الفنية؟.. ما هو المعنى الفعلي لتلك العلاقات الممثَّلة في الأعمال الفنية؟.. وماذا يقصد بها؟.. من الواضح أن صعوبة الإجابة عن هذه الأسئلة تتزايد لدى الانتقال من العلم باتجاه الموسيقى في تلك السلسلة الفكرية المتصلة. وعند موقع الموسيقى في نهاية السلسلة، حيث لا يمكن مقارنة الرموز مع اللغة، لا يمكن إطلاقاً الإجابة (بالكلمات) عن هذه الأسئلة.

ويذكر مير الحادثة التالية التي جرت مع بيتهوفن: فعندما سئل عن معنى سوناتا ضوء القمر وما هو المقصود منها، عاد بيتهوفن ليجلس إلى البيانو ويعزفها مرة ثانية. إن مير لا يعتبر جواب بيتهوڤن مناسباً فقط بل جواب مفحم. لكنه يعتقد أنه إذا سئل عالِم فيزياء عن معنى قانون الجاذبية وكان جوابه هو رميه شيئاً ما ليقع على الأرض، فإن الاستنتاج الذي نخرج به هو أن العالِم إنما يحاول التهريج. لا شك بأنني أوافق على أن إجابة بيتهوڤن تبدو أكثر معقولية من إجابة عالم الفيزياء الذي يبدو غير راغب في تقديم جواب شاف، لكن موافقتي لم تأت بناء على السبب الذي يقدمه مير وهو أن سوناتا ضوء القمر لا شأن لها بالعالم وهي لا تقصد شيئاً، بينما يتعلق قانون الجاذبية بالعالم ويقصد شيئاً محدداً. إن إجابة بيتهوڤن معقولة لأن السؤال الذي طُرح عليه لا يمكن الإجابة عنه بالكلمات بشكل وافٍ، بينما

خَلَت إجابة عالم الفيزياء من المعقولية، لأن بإمكانه شرح قانون الجاذبية.

وهنا تكمن المفارقة: فبما أن سوناتا ضوء القمر، التي تمثل علاقة تتمتع بمضمون يحمل مغزى - على عكس غروب الشمس أو جبل إيفريست اللذين لا يتمتعان بأي مضمون - فإن المنطق يتطلب أن تشير هذه السوناتا إلى شيء ما، أن تقصد شيئاً ما، إلا أننا لا نستطيع التكهّن بهذا الشيء. ونحن إذ لا نملك ما نقوله في ما يتعلق بمعنى الموسيقى، بشكل عام، إنما نشبه مرضى الدماغ المنفصم split brain الذي قام روجر سبيري بدراسة حالاتهم: فبإمكان هؤلاء المرضى التعرُّف إلى أشياء مألوفة يرونها في النصف الأيسر من مجالهم البصري، لكنهم عاجزون عن التعرف إلى هذه الأشياء عن طريق الكلمات. إنهم يدركون ما يرونه لكنهم لا يستطيعون أن يقولوا ما هو هذا الشيء.

ولدى انتقالنا من الموسيقى نحو العلم في السلسلة الفكرية المتصلة، مروراً بالفنون البصرية إلى الأدب فالفن المسرحي، نرى أن تفسير معنى الأعمال الفنية ومضمونها عن طريق الكلمات يصبح ممكناً على الأقل، رغم أنه ما يزال يتسم بصعوبة كبيرة. وهذه هي، بالتحديد، المهمة التي يضطلع بها علم التفسير hermeneutics وهو الفرع المعرفي المكرَّس لإيضاح المعاني الكامنة ضمن مجال واسع من التراكيب الدلالية، وبخاصة منها التراكيب الفنية (غادامير، 1976). وإذا كان ما يؤكده مبير صحيحاً من الناحية الفعلية، وإذا كانت

مضامين الأعمال الفنية لا تشير إلى شيء، ولا علاقة لها بالعالم، فلا شك بأن البطالة ستعم بين العاملين في مجال علم التفسير.

لنعد الآن إلى مثالنا الأصلي. لنفترض أننا بعد حضور مسرحية تيمون، سألنا أحد الباحثين في الأدب الشكسبيري «ماذا تعني المسرحية، وما هو المقصود منها؟..» وأنه عاد بنا إلى المسرح لنعود إلى مشاهدة المسرحية. ألن نرى في إجابته نوعاً من الدعابة الماكرة وخروجاً عن اللياقة مثلما رأينا في إجابة عالم الفيزياء؟.. ولا يعني ذلك أنه في حال تقديم الباحث تفسيره للمسرحية عن طريق الكلمات، فإن هذا التفسير سيصل إلى جوهر دلالة المسرحية. قد يستطيع، حسب مهاراته في التفسير، أن يقطع شوطاً لا بأس به في إعطائنا فكرة عن المغزى العميق للمسرحية، وليس عن حبكتها فقط. ولكن ما سيغيب في الغالب، عن تفسير الباحث لمسرحية تيمون بواسطة الكلمات، هو تماماً ذلك الجزء المليء بالمعاني من مضمون المسرحية، الجزء الذي لا يحويه النص بشكل دلالة denotative لكنه يبرز من هذا النص بشكلِ مفهوم connotative، وذلك بفضل تعقد المواقف ضمن سياق المسرحية كما أبدعه شكسبير.

اجتماع الثقافتين في زواج عادي

لقد ابتعدنا كثيراً عن ملاحظات تشارغاف بشأن الطبيعة العادية للسِيَر الذاتية العلمية لنصل إلى الأعماق اللانهائية لنظرية المعرفة epistemology والفلسفة المعرفية. ورأينا خلال هذه

الرحلة أن «الفن» و«العلم» هما فعاليتان دلاليتان تسعيان لاكتشاف وإيصال الحقائق المتعلقة بالعالم الذي نعيش فيه. إلا أن الفن يتوجه بالخطاب، بشكل رئيسي، إلى عالم المشاعر الداخلي، بينما يتوجه العلم إلى العالم الخارجي للأشياء. إن هذا التفسير يسمح لنا بالتعرف إلى أحد المصادر الشائعة للتشويش الحاصل في المناقشات الجارية بشأن العلاقة بين العلوم والفنون، أي فكرة وجود تناقض بين الطبيعة المتفردة للأعمال الفنية والطبيعة العادية للمضامين الدلالية للأعمال العلمية. وبمجرد أن تتضح أبعاد هذا التشويش، سنتبين بجلاء أن الأعمال، سواء في مجال الفن أو في مجال العلوم، تتمتع بطبيعة متفردة. ومن ثم سنلاحظ وجود مصدر عميق آخر للتشويش في المناقشة الجارية بشأن العلاقة بين الفن والعلم، وهو الفكرة القائلة بأن العالم الخارجي، الذي تحاول العلوم سبر أغواره، غالباً ما يُنظر إليه بمنظور الواقعية الساذجة، بينما ينظر إلى العالم الداخلي، الذي تحاول الفنون سبر أغواره، بمنظور المثالية. إن هذا الموقف المعرفي الذي يفتقر للترابط يؤدي بنا إلى التمييز الخاطئ القائل بأن عمل العلماء لا يعدو اكتشاف ما هو موجود بالأصل - إنهم لا يبدعون أي شيء، بينما يبدع الفنانون أشياء لم تكن موجودة سابقاً - إنهم لا يكتشفون شيئاً. لكننا بمجرد أن نبدأ بالنظر إلى العالم بمنظور الواقعية البنيوية يتضح لنا أن كلمتي اكتشاف وإبداع، ضمن مجالي الفن والعلم، تشيران، في الواقع، إلى العملية ذاتها.

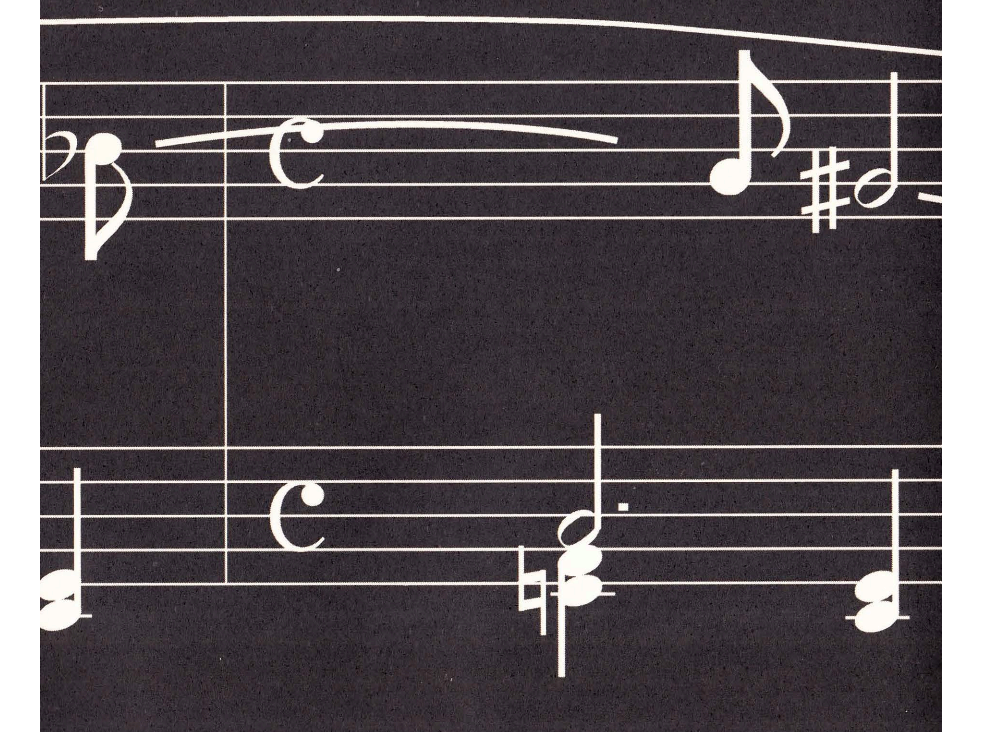
لقد تبين أن أصعب نقطة في هذه المناقشة هي تلك المتعلقة بطبيعة المضامين الدلالية للأعمال الفنية. هل إن مفهوم «الحقيقة»، الذي ينطبق دون أي لبس على مضامين الأعمال العلمية، ينطبق أيضاً على مضمون الأعمال الفنية؟. . لاحظنا هنا أنه لدى استخدام منظور البنيوية للنظر إلى مفهوم الحقيقة، كما هو مطبَّق على الافتراضات العلمية، فإن هذا المفهوم يأخذ معنى الانسجام مع صورتي الذاتية عن العالم، أي «الحقيقة الخاصة بي»، ومن هنا، فهو أهل لموافقتي. وبما أن الأعمال الفنية العظيمة تنسجم مع الواقع بأسلوب مشابه وتستحق الموافقة عليها، فإن هذا المفهوم للحقيقة ينطبق أيضاً على مضامينها. لكن هناك فرقاً مهماً بين العلم والفن في ما يخص أسلوب نقل الحقيقة: فالأعمال العلمية تقوم بنقل حقائقها بشكل واضح عن طريق اللغة المحكية، بينما يجري نقل حقائق الأعمال الفنية بشكل كامن ضمن تراكيب لغوية ونغمية وبصرية.

ما هو معنى الحقائق الكامنة ضمن الأعمال الفنية؟. . . ما الذي تحاول سوناتا ضوء القمر أن تقوله فعلاً؟. . . وهنا نواجه أخيراً مفارقة دلالية عميقة: فرغم أن بإمكاننا التوصل إلى معنى العمل الفني، إلا أننا قد لا نتمكن من أن نقول ما هو هذا المعنى. إن زواج هاتين الثقافتين، الفن والعلم، حتى وإن كان زواجاً عُقد في السماء، إلا أنه لا يعدو كونه إحدى تلك الزيجات العادية التي يواجه فيها الزوجان بعض الصعوبات في تبادل الحديث في ما بينهما.



الجزء الثاني

الجسم والدماغ والعقل: العاطفة والعقلانية





ديڤيد روجرز

الإحاطة بكامل المجال

مغامرات إبداعية: في التوازن والقيادة

من غير المألوف أن يكون لشخص يعمل في مجال البحث الطبي أو العلمي، مهنة ثانوية ضمن مجال الفنون البصرية أو الموسيقى، لكن ذلك ليس بالشيء الغريب كلياً. إن ما أثار اهتمامي لدى قراءتي سيرة حياتك، هو أنك تعمل ضمن مجال آخر - اعتقد، على الأقل - أنه يتضمن قدراً من الإبداع، رغم أنه لا يُعتبر كذلك في غالب الأحيان: وهو إدارة منظمات كبيرة، سواء أكانت مؤسسات أو سواء كنت تشغل منصباً إدارياً عالياً ضمن المجال الطبي. والسؤال الذي أود أن أطرحه عليك هو التالي، هل تعتقد أن ذلك الأمر يتضمن إبداعاً، أم أنك تراه مجرد جزء من عمل تستطيع القيام به؟.. وإذا كنت تعتقد، كما أعتقد أنا، أنه يتضمن إبداعاً، فهل ترى وجود علاقات بينه وبين ما تقوم به كباحث وكنحات، أم أنك تعتقد، إن جاز القول، أنه يتطلب أنواعاً مختلفة من المهارات والقدرات؟..

هوارد غاردنر يتحدث إلى ديڤيد روجرز، تموز/يوليو 1993

لا شك بأنني أعتبر إدارة منظمة كبيرة عملية إبداعية، كما أعتقد أنها عمل يتطلب، في واقع الأمر، قدراً كبيراً من الانتباه

والموهبة. فالقيادة الناجحة وبذل الجهود اللازمة كي يشعر العاملون بالرضى عن أنفسهم وليتوصلوا إلى قرارات جماعية، ومتابعة العمل بأساليب بناءة، كل هذا لا يمكن اعتباره أمراً تافهاً، لأن تحقيقه يتطلب الكثير من الإبداع. إن وجود هذه السمة في شخصيتي تبعث في نفسي الرضى، كما وأشعر بأنني أُحسن القيام بذلك. وفي اعتقادي أن ما يساعدني هو ذلك الشعور بالراحة الذي ينتابك عندما تتيح للآخرين فرصة التعبير عن أنفسهم. أنا لا أقوم بقمع الأشخاص الذين يشعرون بالغضب أو يخالفونني الرأي، بل أشجّعهم. إن عملي الفني يمنحني شعوراً بالأمان الشخصي، ففي المنظمات العملاقة هناك أكثر من طريقة للفشل، لكن مقدرتك على التماسك أمام الفشل وعلى العودة في اليوم التالي لتحاول من جديد، تعتبر مصدراً للقوة.

إن الأمان الذي أحسه لدى التعبير عن نفسي في فعالية ذاتية مختلفة ومعزولة تماماً، قد يكون هو منبع الثقة التي أشعر بها. أنا أعتبر عملي الفني أمراً شديد الأنانية ولم أكن انظر إليه بجدية في السابق. أذكر ذات مرة أن امرأة متدفقة العواطف قالت لي، «لا يمكنني أن أفهم كيف تستطيع القيام بعمل كهذا». شعرت بقليل من الضيق ثم نظرت إليها وقلت، «لأنني جادٌّ تماماً في ما أقوم به». أعتقد أن تلك كانت المرة الأولى التي أدركت فيها أنني كنت جاداً فعلاً بشأن عملي الفني، فأنا عندما أقوم بهذا العمل أشعر بحاجة للانفراد بنفسي لفترات طويلة من الوقت. لقد شعرت بالتأثر الشديد لدى سماعي ما

قالته فرانسواز جيلو للرسامين الشباب الذين سألوها كيف يمكنهم معرفة ما إذا كانوا سيصبحون رسامين ماهرين، فقد كان جوابها، «كم عدد الساعات التي تستطيع أن تبقى فيها وحيداً؟ . . ». أعتقد أن هذا الجواب يتضمن مقولة عميقة. فأنت لكي تنحت تمثالاً تحتاج لوقت طويل جداً لا يقاطعك فيه أحد، وقبل أن أدخل في المزاج المناسب للنحت لا بد لي من الاحتجاب عن الجميع لمدة طويلة، فالعمل على فترات قصيرة متقطعة لا يترك مجالاً لإنجاز أي شيء. وأعتقد أن ذلك ربما كان صفة تميز معظم الجهود الإبداعية التي لها قيمة.

هناك فكرة أخرى سأناقشها بسرعة: وهي فكرة أنني أصرف جهوداً إبداعية كبيرة في أمر لا يشكل الأساس في حياتي المهنية. أنا لم أضع كل البيض الذي يشعرني بالأمان، إن شئتم التعبير، في سلة واحدة. إن مشاعر الرضى عن حياتي، وإحساسي بالأمان وبقيمتي الذاتية لا ترتبط كلية بنجاحي المهني. أو أنها، إن توخيتُ الصدق، لا ترتبط بنجاحي المهني ولا بعملي في مجال النحت. فالعلاقات التي تربطني بزوجتي وبعائلتي وبأصدقائي هي مصدر شعوري الكبير بالأمان والرضى لا يقل أهمية. وإذا شئنا اللجوء إلى تشبيه مبتذل لكثرة استخدامه، يمكنني القول إن مشاعر الرضى في حياتي ترتكز على أساس ذي ثلاث قوائم.

الفكرة التي أود التعبير عنها هي الآتية: إن حصولي على مشاعر المتعة والقيمة الذاتية من أكثر من مجال واحد قد

جعلني، على ما أعتقد، أكثر استعداداً للقيام بالمجازفات. وباعتقادي أن ذلك هو ما جعل آرائي العلمية أكثر جرأة. أنا أُدرك أنني، كمدرس، أميل للمغامرة، ولا أشعر بكثير من الخوف من التعبير عن آرائي مهما كانت جريئة، كما أنني، أيضاً، أشعر بالارتياح لدى سماحي للآخرين بأن يفعلوا الشيء ذاته. بإمكاني أن أعيش فترات طويلة، قد تكون شاقة، مع موهبتي دون أن أشعر بالفزع. وهذا هو، برأيي، ما تقوله فرانسواز جيلو لنا. قد يكون ذلك هو جوهر الفاعلية الإبداعية أو العلمية التي تتسم بالجودة. إن شطحات العقل والتعرف إلى العلاقات الجديدة والتساؤلات الجريئة المبتكرة حول طبيعة الأشياء تتطلب أن يعيش المرء فترات مليئة بالمعاني داخل رأسه وذلك ليسمح لتلك التركيبة البديعة التي تُسمى الدماغ بأن تقوم بعملها. وقد تكون هذه هي اللحظة التي تستطيع فيها إمكانيةُ كون الإنسان مبدعاً بيديه أو بقلبه، بشكلٍ مُرْضٍ، أن تلعب دورها. فقد يفتح ذلك دارات جديدة في الدماغ، وقد يسمح لمزيد من المسارات العصبونية البديلة أن تضطرم بالنشاط، وقد يحرك المزيد من العصبونات.

ألا تعتقد أن المرء يكابد المصاعب مع تلك الأحذية!..
لو لم أكن شاعراً إلى جانب ذلك،
لما كنت صنعت المزيد من الأحذية!..

الشاعر الإسكافي، هانز ساتش
في Die Meistersinger
لريتشارد ڤاغنر

البحث عن مصادر الأفكار

هناك شعور يراودني. وهو شعور لم يعد يبعث في نفسي الضيق، وهو أنه بالرغم من أن قاعدة معارفنا حول الإبداع ستتسع إلى حد كبير، إلا أنني على ثقة من أن الأساليب الدقيقة المحدَّدة التي يؤثر بها النصف الأيمن من الدماغ على النصف الأيسر منه، أو من أن ما يجعل الموسيقى أو الرسم، أو أية مغامرات فنية أخرى، تؤثر على بعض من أنشطتنا العادية المبتذلة، كل هذا سيظل أمراً يحيرنا دون أن نتمكن من الإحاطة به.

دعوني أروي لكم قصة. قبل بضع سنوات، روى لي كارل روجرز، وهو عالم نفس ووالدي في الوقت نفسه، ورجل لا أزال أعتبره واحداً من أكثر العقول جرأة وإبداعاً في بلادنا في هذا القرن، روى لي تجربة لم أنسها على الإطلاق. ويبدو أن القصة حدثت خلال مؤتمر قام منظموه بجمع بضعة أشخاص ـ واتفق أن كانوا جميعاً من الرجال ـ كانوا يُعتبرون في ذلك الوقت من ألمع العقول المبدعة. وكان الهدف هو اكتشاف الكيفية التي يعمل بها هؤلاء العلماء المبدعون بشكل فعلي، كيف يتوصلون إلى أفكارهم: أي كيف تعمل أدمغتهم من حيث الأساس، وكان من المفروض أن يقوموا بكشف كل شيء لبعضهم بعضاً.

أخبرني والدي أن اليوم الأول من المؤتمر كان مليئاً بالألم والارتباك كما أنه لم يتكشف عن شيء لدرجة كانت تبعث على الدهشة، فلم يبد أي من المشاركين رغبة في قول الكثير. وفي

اليوم التالي حدث شيء طريف. فقد قال أحد المشاركين، وهو الرجل الذي يعتبره أقرانه الشخص الأكثر إبداعاً ضمن المجموعة، بأن لديه اعترافاً يود الإدلاء به. قال الرجل بأنه كان يشعر بالفزع الشديد بسبب وجوده في المؤتمر وبأنه يشعر في قرارة نفسه بأنه لا يحمل أي مفهوم على الإطلاق عن الكيفية التي يتوصل بها إلى أفكاره أو عما يدفعه للقيام بما يقوم به أو عما يجعله أكثر إبداعاً من المحيطين به، لكنه جاء إلى المؤتمر نظراً لإعجابه بالمشاركين التسعة الآخرين. وأضاف أنه كان على قناعة من أنه لو استطاع، وبكل بساطة، إخفاء شكوكه لمدة يوم أو يومين فقد يقدم له أولئك الأشخاص التسعة، الذين يدركون دون شك ما يقومون به، ما يفتح له مغاليق الأمور المتعلقة بالكيفية التي تجري بها العملية الإبداعية. ومن الواضح أن هذا الاعتراف قوبل بشعور من الارتياح العميق من قِبَل جميع الحاضرين، ومن ثم قاموا، واحداً تلو الآخر برواية قصص مماثلة. وباعتقادي أن ما قالوه لم يكشف الكثير عن مسالة الإبداع، لكنهم ولاشك أوجدوا مشاعر الود والإعجاب تجاه بعضهم بعضاً.

الطب والولع بالنحت

تَخَيَّل الشكل في أعماقك.
أَظْهِرْ بوضوح السطوح ذات الغَلَبة.
تخيل الأشكال وكأنها تتجه نحوك،
الحياة بكاملها تندفع من المركز،
لتنتشر من الداخل باتجاه الخارج.

في الرسم، وجه انتباهك إلى البروز لا إلى الشكل العام.
إن البروز هو الذي يحدد الخط المحيط.
الأمر الأساسي هنا هو أن تنفعل، أن تحب،
أن تشعر بالأمل، أن ترتعد، أن تمارس الحياة.
كن إنساناً قبل أن تكون فناناً.

أ. رودان (ورد في هـ. ريد 1964)

أود تقديم بعض الأفكار الشخصية بشأن مقوِّمات معينة ضرورية، وإن لم تكن حاسمة، تساعد على الإبداع، وسألجأ لاستخدام فن النحت كخلفية لهذه الأفكار.

قضيت أكثر من نصف حياتي أمارس النحت سراً، فقد كنت أشعر بالحرج من حقيقة كوني أمارس هذا العمل الإبداعي الغريب نوعاً ما: كنت أصنع منحوتات خشبية. ورغم أنني لم أكن أشعر بأني سأتوقف عن القيام بذلك، إلا أنني احتفظت بهذا الهوس سراً على أصدقائي. كنت أشعر كالمقامر أو كالمدمن المسلوب الإرادة الذي يُبقي مشكلته دفينة في أعماقه. وقبل ثلاثين سنةً جاء من يقنعني - رغم إرادتي - بإقامة معرض منفرد لأعمالي. وقد غيّرتْ هذه التجربة من موقفي: فقد اكتشفت أن الآخرين قد أعجبوا فعلاً بأعمالي. وبدأ حوار من نوع جديد. وأنا أشعر الآن براحة تامة لدى الاعتراف بأنني أصنع منحوتات خشبية، كما أشعر أن كوني نحاتاً هو جزء هام لا يتجزأ من كياني. وليس لدي أية فكرة عن السبب الذي دعاني للإحساس بذلك الشعور في الماضي أو في الحاضر، لكن تلك هي الحقيقة.

متى أقوم بالنحت؟ . . لقد فكرت كثيراً بهذه المسالة. أنا أنحت عندما أشعر بالقلق أو بالتوتر، أنحت عندما أشعر بأنني غير منتج في مجال مهنتي، أنحت عندما أشعر بالسعادة والرضى عما أنجزت، أنحت عندما يتوفر لي الوقت لأفكر ملياً بما يمكنني أن أقوم به لأطور عالم الطب إلى الأفضل، أنحت عندما أكون مُثقَلاً بالالتزامات. عندما لا يكون لدي منحوتة قيد الإنجاز أشعر بضيق غامض. وبعبارة أخرى، أنا أنحت طوال الوقت. ولن أتورع عن الكذب وعن الغش والسرقة في سبيل أن أكون حراً في عطل نهاية الأسبوع لأصنع ما أريد. ولا شك بأنني قد تساءلت في قرارة نفسي عما إذا كان هذا الهوس بالخشب، هذه المغامرة الإبداعية بالأشكال والنحت، يُعلي من سوية إبداعي في مجالات أخرى من حياتي. لا أدري. وكل ما أستطيع القيام به هو أن أقدم بعض الملاحظات التي قد تتمكنون من ربطها ببعض الأبحاث الأخرى في هذا الكتاب.

فترة التدريب

لكي تتوصل إلى مرحلة يمكنك فيها أن تحقق إنجازاً ضمن مجالك، فإن الأمر يتطلب مدة عشر سنوات تقريباً، وهو ما يؤكده كل من هوارد غاردنر وأنطونيو داماسيو (انظر الفصلين الخاصين بهما في هذا الكتاب). وقد يتطلب الأمر فترة نقضيها في التدريب. قبل أربعة وخمسين سنةً قمت بنحت تمثال سيدة، وكانت تلك محاولتي الثانية. كنت وقتها في الثالثة عشرة من العمر، ولا أتذكر أنني كنت عندها قد حصلت على أي تدريب

فني منهجي. وبعد ثلاث سنوات، أي عندما أصبحت في السادسة عشرة، قمت بنحت تمثال امرأة وطفل. لا شك بأنني الآن أفضل مما كنت عليه في ذلك الوقت، لكن عملي كان دائماً يتسم بوجود حياة خاصة به، حتى في تلك الأيام. وقد يكون افتقاري للتدريب التقليدي قد جاء في صالحي.

كانت والدتي رسامة بارعة، كما كانت أختي أيضاً رسامة ماهرة، وكان لا بد لوالدي من أن يكون رساماً لا بأس به. لكنني لم أكن أتمتع بأية مواهب في الرسم، وكنوع من الدفاع عن النفس لجأت إلى النحت بالخشب. بدأت بنحت تماثيل، وشعر الكل بالسرور إلى حد ما. كان والدي يترك لي الخيار في ما أقوم به، لكنني لم أشعر بأن ميلي للنحت كان يُعتبر موهبة عظيمة. ويذكرني هذا بقصة. كنت ذات مرة في زيارة والديّ في شيكاغو، وذلك عندما بدأ إنتاجي يتحسن إلى حد ما، واعتقد أنني كنت وقتها في كلية الطب. بحثت عن تمثال كنت قد أهديته لوالديَّ وأنا أشعر بالفخر، وكان تمثالاً ضخماً. وعندما سألت والدتي عنه قالت، «عندما انتقلنا إلى هذا المنزل وضعناه في المدفأة». لقد قاما بحرقه، ولذلك فأنا لا أعتقد أن عملي الفني كان يلقى الإعجاب والاحترام الشديدين.

وبالنظر إلى أنني لم أحصل على تدريب فني منهجي تابعت العمل في النحت. أنا الآن أكثر وعياً من الناحية الفكرية لكنني اذكر بجلاء معرضاً منفرداً دعيت لإقامته من قبل كلية الفنون في جامعة فاندير بيلت. وكان يعمل في الجامعة آنذاك

نحّات بارز يقوم بالتدريس. طلب مني إلقاء محاضرة على طلابه في مادة النحت. أخذ الطلاب ينظرون إلى أعمالي ويوجهون إليّ الأسئلة، «هل كان برانكوسي في ذهنك؟ . . هل كان فلان وفلان في ذهنك؟ . . » ولم أكن أعرف أياً من تلك الأسماء، وفيما بعد، شعر الأستاذ بالاشمئزاز لدرجة دفعته لأن يقول لي «لقد أعقْتَ تطور فن النحت لما يقرب من ثلاثمئة سنة». وهكذا اضطررت لأن أقوم بتثقيف نفسي قليلاً.

لم أكن أعرف في ذلك الوقت أن فنانين مثل برانكوسي ورودان، وكلاهما من النحاتين المعاصرين العظام، كانا متأصّلَيْن في الاتجاه العملي الواقعي، وهو ما ينطبق عليَّ أيضاً. لكن الفن بالنسبة لي لا يمثل مجرد نشاط فكري، إنه متنفس عاطفي. بل إنني، في الواقع، استخدم «العملية» كمتنفس للعذاب. بإمكاني أن أضرب قطعة خشبية بالمطرقة والإزميل لأصنع منها ما أريد. وأنا مدرك أن منحوتاتي، ويا للمفارقة، هي أشكال سعيدة من حيث الأساس. من هو النحات المعاصر الذي قال إن النحت هو فن إيجابي؟ . .

العملية: لن يتوفر لديك قط مادة للعمل أكبر من المادة التي تبدأ بها

> عندما أنحت فإنني إنما أبحث عن بوذا في قطعة الخشب. وخلال عملية النحت فإنني إنما أسعى لإخراج بوذا من داخل قطعة الخشب. وعلي أن ألزَمَ الحذر الشديد حتى لا أصيب بوذا بجراح.
>
> نحّات لتماثيل بوذا في كيوتو
> (وردت في غولمان وكوفمان وري، 1992)

تعرفون طبعاً أن من ينحت الخشب يستعمل مطرقة وبضعة أزاميل وبعض مبارد الخشب. لقد خطر لي أن أشرح لكم العملية. إن قطعة الخشب هي التي تقترح الشكل: فقد كان لدي أرومة ضخمة لشجرة أرز تحولت لدب قطبي. من المهم بالنسبة لي أن أحافظ على هندسة الأشكال ضمن شكل قطعة الخشب. هنالك شيء يميز هذا النوع من النحت، وذلك بالمقارنة مع رسم اللوحات أو نفخ الزجاج، وهو أنني أدرك أنه لن يتوفر لي على الإطلاق مادة أعمل بها أكبر من المادة الموجودة لدي في البداية، وإذا ارتكبت أي خطأ، فلا مجال هنا للتراجع. البراعة هي في القيام بعمل أفضل في المرة المقبلة وفي تذكُّر ضرورة التزام الحذر حتى لا تزيل قطعة من الخشب قد تتمنى فيما بعد لو أنها ظلت في مكانها. لقد أثارت اهتمامي معرفة أن ديل تشيهولي يرسم لوحات جميلة كنوع من التحضير لمنحوتاته الزجاجية، لكنني لا أفعل ذلك، فعندما أمسك بالورقة والقلم هناك شيء ما يثبط عزيمتي. سيروِّعكم أن تدركوا مدى قلة معرفتي برسم مخططات أولية، وأنا بدلاً من ذلك أبدأ مباشرة بالعمل في قطعة الخشب. قد أضع بضعة خطوط عليها أحياناً حتى أتذكر ألا أزيل قطعة ما معينة، حتى تلك اللحظة. وبينما أنا انظر إلى تلك القطعة من الخشب، تتطور علاقة جديدة بينها وبين عقلي: يظهر الشكل الجديد. وهكذا بدأت أحفر أرومة شجرة الأرز الضخمة وبدأ الدب القطبي يتخذ شكلاً.

أنا لا أقوم بإيضاح جميع الأشكال بدقة مفصلة، ولذلك توقفت عن العمل عندما أخذت قطعة الخشب شكل الدب، لم أحاول أن أمضي إلى آخر الشوط، لكنني رغبت في أن أهبها ذلك الميلان الرائع الذي يميز الأجزاء الخلفية لأجسام الدببة. لقد تطلب الأمر مرور بعض الوقت قبل أن أتعلم كيف أتوقف عن العمل عندما تأخذ المنحوتة شكلاً شبيهاً بالفكرة الموجودة داخل ذهني. كان من عادتي أن أحاول التظاهر بالبراعة وأتجاوز حدود موهبتي، أما الآن، فإنني عندما أتمكن من رؤية الشكل وقد بُعثت فيه الحياة، أتوقف عن النحت.

أحياناً، قد يؤدي تغيير بسيط إلى إحداث فارق كبير. كنت أعمل مرة في أحد الأشكال المفضلة لدي، وهو رأس امرأة. ظننت أنني قد انتهيت من العمل، ثم نظرت إلى المنحوتة بعيني الطبيب، وقلت لنفسي، «تبدو كما لو أنها تعاني تضخم الغدة الدرقية». كان مجرد تغيير خط حلقها كفيلاً بتغيير تعبيرها قليلاً، وكان ذلك التغيير كافياً لإضفاء التوازن على المنحوتة. (الشكل 2 ـ 1).

كاليدوسكوب

بالإضافة إلى الأحاسيس التي تثيرها فينا اللوحة، فإن على المنحوتة أن تدفعنا لمعاملتها كموضوع، وعلى النحات أن يشعر، أثناء صنعها، بالمتطلبات الخاصة للحجم والكتلة. وكلما صغرت المنحوتة، زادت ضرورة وجود العناصر الأساسية للشكل.

هنري ماتيس
(وردت في هـ. ريد 1964)



الشكل 2 ـ 1 ديڤيد روجرز، رأس امرأة. خشب جَرفَهُ الماء.

تقول فرانسواز جيلو إن الرسم هو لغة بدون كلمات، لا بأس، والنحت أيضاً هو لغة بدون كلمات. ولكن بخلاف اللوحة المرسومة، هنالك شيء لمسيّ يخص المنحوتة. فالمنحوتة تروق لليد كما تروق للعين، بإمكانك التجول عبر المنحوتة أو تمسيدها بيدك.

تشكل منحوتاتي مواضيع مستقلة تحاول الوصول إلى الناظرين والتفاعل معهم. قبل فترة، قمت بنحت تمثال امرأة لم ينل إعجاب صديقاتي من الناشطات في مجال الحركة النسوية. وقالت لي إحداهن بغضب، «هذا هو رأيك في الأنوثة، وركين بدينين ودماغ ضئيل الحجم». ولم أكن أنا قد فكرت بالتمثال على هذا الشكل.

منذ أن بدأت النحت، شغلتني النساء بشكل أو بآخر، والجسم الأنثوي هو أحد أكثر المواضيع التصاقاً بذهني. أستخدم خشب الأرز بكثرة، فهناك جذور كبيرة منها تسقط من على المنحدر الصخري القريب من منزلنا الصيفي، كما أن التباين الموجود في الخشب يضيف إلى الخداع البصري للنحت. وقد قمت أيضاً بنحت عدد من التماثيل بشكل جذع جسم أنثوي، كانت بدايته قطعة متعفنة من خشب الساج التقطتها على شاطئ تورتولا في جزر فيرجين البريطانية.

أنا لا أتأثر بكل ما أراه، سواء بشكل مباشر أم غير مباشر. لقد قمت بنحت عدة تماثيل لطيور، أشكالها تتسم بالبساطة كما أن نحتها كان يبعث في نفسي التسلية. أنا لا أصنع مجموعات ولا أعتقد أنني كررت صنع قطعة ما بعينها. بعد رحلة إلى بيرو، حيث يصنعون تلك الثيران العادية الصغيرة التي تراها في كل متجر، شعرت بتحدٍّ يدفعني لصنع ما هو أفضل. وفي مناسبة أخرى، كان علي البقاء في مطار انكوراج نظراً لاضطرار طائرتي للهبوط، وجلست مدة أربع ساعات تقريباً أتأمل ثور مسك بائس محنط. وعندما عدت للوطن، قمت بنحت تمثال ثور مسك. أحياناً أبدأ النحت لتقوم قطعة الخشب بفرض الشكل الذي أنحته، وفي أحيان أخرى، أبدأ العمل وفي ذهني فكرة أكثر استقلالية. في إحدى المرات، بدأت قطعة الخشب تأخذ شكل زهرة، لكنني لم أشعر بالرضى، كان هناك

خطأ ما. تناولت المنشار السلسلي وقطعت جزءاً من الزهرة لتأخذ قطعة الخشب شكل حيوان.

إن مواضيع منحوتاتي لا تتسم بوحدة الأسلوب وبالبساطة اللتين تميزان مواضيع برانكوسي، أنا أحاول عادة أن أعبر عن معنى حرفي في منحوتاتي. وعندما لا تحمل المنحوتة موضوعاً محدداً، فأنا غالباً ما أقوم بإعطائها اسماً عاطفياً. فقد أطلقت على قطعة مثلاً اسم «لقاء». وهذه القطعة مصنوعة من قطعة من الخشب جَرَفها الماء لا تحمل شكلاً محدداً. أحياناً، أنهي القطعة بأدق التفصيلات، وفي أحيان أخرى، أترك أجزاء كبيرة منها دون نحت، وفي غالب الأحيان، أحاول أن أترك بعضاً من الأشكال الطبيعية لقطعة الخشب ذاتها في مكانها. أنا لا أضع التفاصيل الدقيقة لكل جزء من كل شكل.

لقد صنعت تماثيل كثيرة رائعة لراقصات. ورغم أنني لست تلميذاً في مدرسة الباليه، إلا أنني تلميذ للشكل الأنثوي. قمت بنحت قطعة من الخشب جَرَفها الماء، ولا أدري ما نوع الخشب، وتطورت القطعة لتصبح منحوتة تمثِّل راقصة. والفكرة الأخيرة التي أود التعبير عنها هنا أن الشكل الأنثوي في الفراغ يمكن أن يسمو فوق النظرة التشريحية الصِرْفة. هذا هو، إذاً، ما أفعله عندما لا أفكر كطبيب.

الفن والعلم

أنت طبيب وعالم ونحات في الوقت نفسه. هل تعتقد أنك تقوم بتلك الفعاليات الثلاث بشكل متوازٍ مع احتفاظ كلٍ منها باستقلاليتها الكاملة، أم أنك تعتقد أن فنك يؤثر على الجانب العلمي لديك أو العكس بالعكس؟..

جورج پالِد يتحدث إلى ديڤيد روجرز، تموز/يوليو 1993

الفن هو شكل من أشكال التواصل، وقد توصلت لإدراكٍ مفاده أن قدراً كبيراً من النجاح في مجال العلم يعتمد أيضا على عملية التواصل. وأقصد بذلك أن العلم الناجح لا يعني توسيع آفاق المعرفة داخل عقلك فقط، بل إنك بحاجة لتوسيع تلك الآفاق في عقول الآخرين أيضاً. ويبدو لي، أن النحت أو الرسم يعرضان مقولة يمكن للآخرين أن يأخذوها أو يتركوها، أو يمكن لهم أن يفسروها حسب ما يرونه مناسباً. لقد سمعت في بعض الأحيان أشخاصاً يفسرون عملي أو يناقشون ما يجب أن أكون قد فكرت به عندما كنت أقوم بتنفيذ المنحوته، وكان ردّي، «بحق الجحيم، لم أكن أفكر بذلك على الإطلاق». ومن ناحية أخرى، لا أعتقد أن أية رسالة أقوم بإيصالها عن طريق العلم تحمل أي التباس، وبالتالي، فأنا أعتقد أن طبيعة الرسالة في الفن تختلف عن طبيعة الرسالة في العلم.

لقد كنت أميل إلى التفكير بالأنشطة التي أمارسها كطبيب، عالم ونحات، على أنها أنشطة متوازية، مساران مختلفان تماماً، إلا في ما يخص ارتباطهما بمشاعري بشأن ما أقوم به. فإذا كنت أواجه مصاعب في المخبر أو في أمور تنظيمية، في الوقت الذي

كنت فيه قد قضيت عطلة نهاية أسبوع مريحة في نحت قطعة ما، فلا شك بأن ذلك يغير من نظرتي للأمور. أشعر بالانتعاش وبتجدد نشاطي بشكل خلاق يدفعني للعودة إلى حل المشاكل من بدايتها. من الصعب أن تبقى في حالة غضب عندما تقوم بعمل إبداعي، رغم أن فرانسواز جيلو تقول إنها غالباً ما تشعر بالضيق من لوحة الرسم. أنا أشعر بالضيق عندما أُفسد منحوتة، وقد يحدث ذلك من حين لآخر، ولكن، إذا كانت أمور النحت تسير على ما يرام فإنني أشعر بالاسترخاء، ويمكن عندها لذهني أن يجول ليفكر بأمور أخرى، حتى إن بإمكانه أحياناً العمل على بعض المشاكل العلمية المعقدة إلى حد ما.

> [في ما يخص] موضوع العلاقة بين فاعلية من نوع عملك في النحت، وبين مجالك العلمي. في حالتك أنت، يبدو كما لو أن هناك تأثيراً رائعاً ومريحاً وخلاقاً تستمده من النحت، لكن هذا التأثير يبدو منفصلاً نسبياً عن نشاطك كعالم وعن نشاطك كإنسان مبدع في مجال آخر، وهو الإدارة. وهناك، على أية حال، أمثلة أخرى. فبما أن حنّا [داماسيو] أكثر تواضعاً أو أكثر حياء من أن تعترف، وبما أن هوارد [غاردنر] كان يلمح إلى ذلك، [أود أن أذكر هنا أن] حنّا هي نحاته ممتازة إضافة لكونها عالمة دراسة الجملة العصبية وعالمة تشريح الجملة العصبية. وباعتقادي أن حقيقة كونها أصبحت عالمة ممتازة في مجال تشريح الجملة العصبية وشديدة البراعة في مجال تصوير الجملة العصبية، هذه الحقيقة ترتبط بموهبتها في مجال النحت. أمامنا حالة تتوضح فيها [العلاقة] أمام كل من يعرفها منا.

أنطونيو داماسيو معلقاً على ما قاله
ديڤيد روجرز، تموز/يوليو 1993



أنطونيو ر داماسيو

ملاحظات حول الدماغ والخيال والإبداع

من وجهة النظر التطورية، ترتبط أقدم وسيلة من وسائل اتخاذ القرار بتنظيم بيولوجي أساسي، وترتبط الوسيلة التي تليها في الترتيب بالمجالين الشخصي والاجتماعي. أما الوسيلة الأحدث فترتبط بمجموعة من العمليات التجريدية ـ الرمزية التي يمكن أن نجد ضمنها التفكير العقلاني، الفني منه والعلمي، والتفكير العقلاني الهندسي ـ النفعي، وتطور اللغة، والرياضيات. ورغم أن عصوراً من التطور والمنظومات العصبية المتخصصة ربما تكون قد وهبت نوعاً من الاستقلالية لكلٍ من تلك «الوحدات البرمجية» modules، إلا أن الشك يساورني بأنها تعتمد في عملها على بعضها بعضاً. ونحن عندما نشهد علائم الإبداع لدى أفراد الجنس البشري في عصرنا هذا، فإنما نشهد، على الأرجح، العمل المتكامل لمجموعات عدة من تلك الوسائل.

أنطونيو داماسيو

لا يمكن لنا أن نقوم بدراسة الجملة العصبية من حيث علاقتها بالإبداع دون أن نأخذ بالاعتبار معلومات مستقاة من عدة مجالات معرفية خارج علم دراسة الجملة العصبية. والسبب هنا بسيط. نحن نأتي إلى هذا العالم بدماغ مجهز

بمجموعة متنوّعة من الدارات المضبوطة سلفاً preset. وتتعلق معظم هذه الدارات بتنظيم الحياة نفسها، فهي تقع في الدماغ البيني diencephalon وفي جذع الدماغ brain stem وتقوم بتنظيم الوظائف البيولوجية الأساسية التي تكفل لنا البقاء. وبعد الولادة، تبدأ معظم دارات الدماغ، غير المضبوطة سلفاً، باتخاذ أشكالها تحت تأثير ما نقوم به من أنشطة وما نمر به من تجارب. إن تعبير «المرونة» plasticity يشير إلى عملية إعادة التشكّل هذه (انظر الفصلين الخاصين ببفننغر وستيڤنز في هذا الكتاب). وبما أن ما نصادفه في البيئة هو شأن متفرد لدى كل منا، فإن مجموعة الدارات الدماغية تتشكل بأسلوب مختلف نوعاً ما لدى كل فرد. وبعبارة أخرى، إن التفاعلات المتبادلة بين العضوية والبيئة تُكسب الدارات المرنة plastic شكلاً ووظيفة محددَيْن. ولا نغفل هنا حقيقة أن مجموعة الدارات الفطرية المسؤولة عن التنظيم البيولوجي تؤثر على الكيفية التي تتطور بها تلك الدارات المرنة تحت تأثير التفاعلات المتبادلة المادية والبيئية الاجتماعية.

ونتيجة لتلك التفاعلات التي تحدث بين الأفراد والبيئة، تظهر النتاجات البشرية الاجتماعية والثقافية وهي ما نعنيه إذ نناقش الإبداع. إن هذه النتاجات لا يمكن اختزالها بحيث نردّها، وبكل بساطة، إلى مجموعة الدارات العصبية في دماغ إنسان بالغ ولا حتى إلى المورِّثات الكامنة في أدمغتنا. وتكون النتيجة أن نوع الفعالية الدماغية التي تؤدي إلى السلوك الإبداعي

تتضمن ثلاثة مستويات وظيفية: مستوى مجموعة الدارات الدماغية، الذي يحدده المجين genome ، و مستوى مجموعة الدارات الدماغية، الذي تحدده الفعاليات، ثم يأتي شيء ما ينشأ بنتيجة التفاعلات بين الدماغ وبين البيئات المادية والاجتماعية والثقافية. وهذا ما يجعل وجهات النظر الاختزالية التي تميل للتبسيط الشديد عاجزة عن الإحاطة بكل المسائل التي نود فهمها لدى مناقشتنا لفكرة الإبداع.

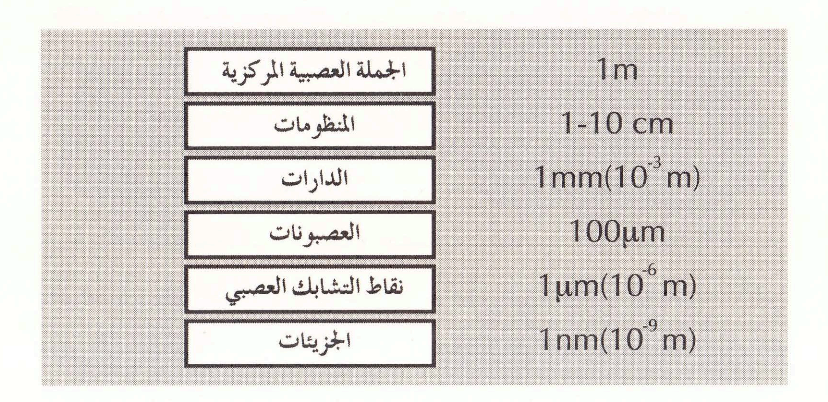
مقاربات معاصرة لدراسة الوظيفة الأرقى للدماغ

> يسود شعورٌ بالإثارة والتفاؤل مجالَ العلوم المتعلقة بالدماغ في عصرنا الحالي، وهو الشعور بأننا قد نتمكن قريباً من إلقاء الضوء على الكثير من المشاكل التي لم يكن بالإمكان بحثها سابقاً، بشأن تطور الدماغ والآليات المتعلقة بالإدراك والتناسق الحركي والتعلُّم. إن شعور التفاؤل هذا ليس جديداً بالكامل في مجال علم الأعصاب، ولكن من الإنصاف القول بأنه أكثر واقعية الآن منه في أي وقت مضى.
>
> إريك ر. كانديل وجيمس هـ. شوارتز، 1981

قبل أن أبدأ الحديث عن تراكيب ووظائف الدماغ، التي اعتقد أنها ضالعة في عملية الإبداع، أود أن أعرض لكم نوع البحث الذي نقوم بإجرائه. يمكن إدراج عملنا بشكل عام تحت عنوان علم الجملة العصبية المعرفي cognitive neuroscience فهو ينصرف إلى فهم الكيفية التي ترتبط بها ما تُدعى بالوظائف الأرقى ـ كالإدراك والانفعال العاطفي والذاكرة واللغة واتخاذ

القرارات والتخطيط - بالمنظومات الشاملة large - scale systems في دماغ الرئيسات (primate أي تلك المناطق في القشرة الدماغية والأجزاء تحت القشرية subcortical التي تقوم الدارات الخاصة بها، بتقوية تلك العمليات الذهنية المهمة). ويعتمد عملنا، إلى حد كبير، على إجراء دراسات على أشخاص أصحاء وأشخاص مصابين بمرض عصبي (يكون في العادة ناتجاً عن سكتة دماغية، لكنه قد ينشأ عن علل أخرى تسبب تلفاً في أجزاء محددة من الدماغ). وفي حال المرض من النوع الثاني، يمكننا ربط حالات العجز الوظيفي المحدد، بوجود آفات في مناطق معينة من الدماغ. كما يمكننا، بالإضافة لذلك، دراسة تفاصيل مجهرية للمناطق التي نقوم ببحثها في الكائنات البشرية عن طريق تحليل أدمغة الرئيسات غير البشرية، كالقرود مثلاً. وهناك أسلوب آخر مهم في مقاربة الموضوع في أبحاثنا، وهو يتضمن تصوير الوظيفة - بواسطة تكنولوجيات من نوع التصوير القطاعي عن طريق ابتعاث البوزترونات Positron Emission Tomograghy (PET والرنين المغناطيسي الوظيفي Functional magnetic resonauce (FMR مما يساعدنا على التقصي عن الكيفية التي تقوم فيها مَهمَّة ذهنية بتنشيط منطقة ما في الدماغ أو بتعطيل عملها لدى الشخص السوي.

يبين الجدول 2 - 1 المكوِّنات المختلفة للجملة العصبية مرتبة بحسب مستويات التعقيد، وتبعاً لأحجامها النسبية. ورغم أنه لا يخفى أن هذه المناطق تتكوّن من العناصر الوظيفية - أي



الجملة العصبية المركزية	1m
المنظومات	1-10 cm
الدارات	$1mm(10^{-3} m)$
العصبونات	$100\mu m$
نقاط التشابك العصبي	$1\mu m(10^{-6} m)$
الجزيئات	$1nm(10^{-9} m)$

الجدول 2 ـ 1 مقاييس ومستويات التعقيد في الجملة العصبية المركزية لدى الإنسان

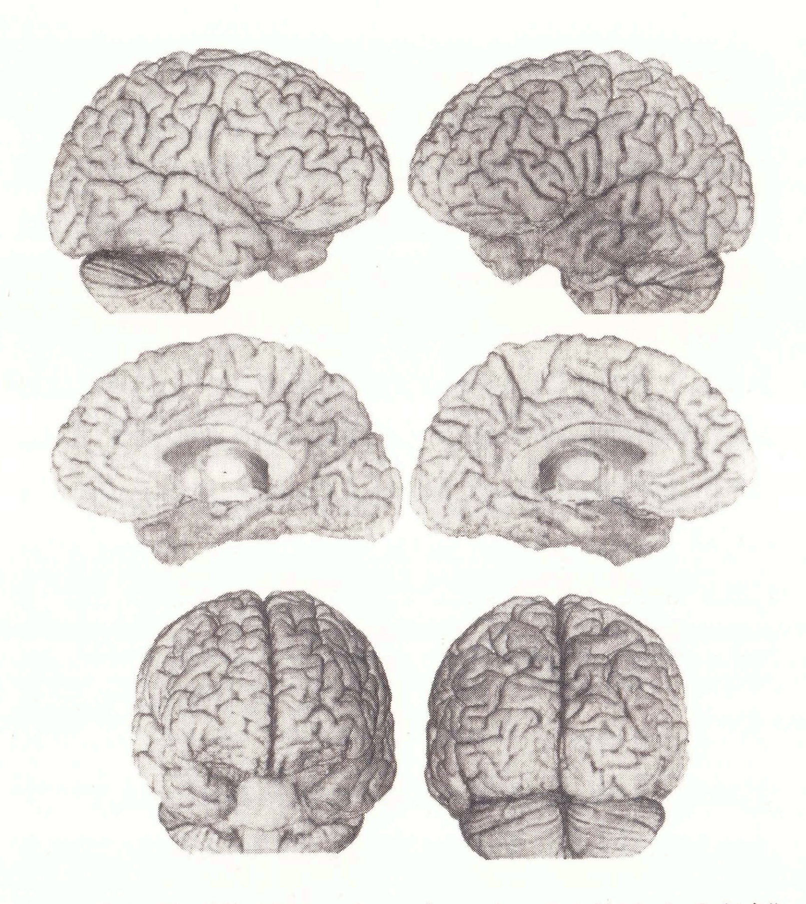
العصبونات ونقاط التشابك العصبي والجزيئات المنفردة (انظر الفصل الخاص ببفننغر «الدماغ المتطور») ـ إلا أن البحث الحالي يستهدف مستويات تنظيمية أرقى في الدماغ: المنظومات الشاملة المؤلَّفة من عدة مناطق تمكن رؤيتها بالعين المجردة macroscopic ، فعند هذه المستويات تتوفر لدينا فرصة أفضل لإقامة علاقة سببية واضحة مع العمليات الذهنية التي جرت دراستها في العلوم المعرفية، ومع ظواهر معقدة، كالإبداع مثلاً.

هناك جزء ذو أهمية حاسمة بالنسبة لأبحاثنا وهو القدرة على ربط السلوك البشري بتركيبة الدماغ وبوظيفته بطريقة مفهومة. ولإيجاد مثل هذه العلاقة المفهومة، يتطلب الأمر وضع بعض النظريات والفرضيات، ومن ثم نستطيع، وفي جعبتنا بعض الاختبارات المعرفية المتنوعة التي نطلب فيها من

شخص سوي أو من شخص مريض أن يقوم بمهمة معينة، نستطيع اختبار الفرضية لتقرير ما إذا كانت النتائج تنسجم مع التوقعات التشريحية أو السلوكية أو المعرفية.

كيف يمكن تحقيق ذلك؟.. يمكن الاستفادة من وجود آفة دماغية (منطقة في الدماغ مصابة بتلف) كوسيلة لاختبار الفرضية، أو يمكن استخدام الفروق في نشاط الدماغ، التي تظهر في المسح بطريقة PET ، لدعم توقع ما. ويعتمد كل ذلك بالطبع، على التطور المذهل لتكنولوجيات جديدة لتصوير الدماغ. لنأخذ مثلاً الصورة المبينة في الشكل 2 ـ 2.

قد تبدو وكأنها صورة مأخوذة بعد الوفاة لدماغ مصاب بآفة في القشرة الدماغية، أي دماغ شخص متوفٍ تجري دراسته أثناء تشريح الجثة. إنها ليس كذلك. ما نراه هو إعادة تركيب ثلاثية الأبعاد لدماغ شخص حي، وهو موضوع دراسة في أحد اختباراتنا السلوكية. تم تنفيذ صورة الدماغ هذه على أساس معطيات بدائية مأخوذة من مسح بالرنين المغناطيسي. وقد جرى تطوير التكنولوجيا المستخدمة هنا، والمسماة Brainvox، في مخبر حنّا داماسيو، ويمكن استخدامها لإعادة تركيب صورة ثلاثية الأبعاد على شاشة الكومبيوتر. وبخلاف عملية تشريح الجثة، تسمح هذه التكنولوجيا بقطع الدماغ، على شاشة الكومبيوتر، من كل الزوايا وبتحليله عند المستوى المجهري. والأهم من ذلك كله، هو أن بالإمكان ربط موقع التلف الموجود الآن، بالأداء السلوكي أو المعرفي الحالي للمريض.



الشكل 2 ـ 2 دماغ شخص طبيعي أعيد تركيبه بشكل ثلاثي الأبعاد باستخدام تكنولوجيا Brainvox: أ ـ منظر جانبيّ الدماغ، الأيمن والأيسر. ب ـ منظر داخلي لنصفيّ الكرة المخية hemispheres تم فصلهما بشطر الجسم الجاسئ corpus callosum والتراكيب العميقة المتواجدة في المنتصف. كما وأُزيل المخيخ أيضاً. جـ ـ نصفا كرة الدماغ من الأمام ومن الخلف.

وهناك تطور آخر في مجال تصوير الدماغ يجعل بالإمكان تحديد موقع نشاط الخلية العصبية في الدماغ الحي، وذلك لدى

حدوث هذا النشاط أثناء مهمة سلوكية أو معرفية. إن الشرائح الملونة التي ترونها في اللوحة رقم 5 قد تم إنتاجها بواسطة تحليل مسح PET. إن هذا المسح يسمح بتحديد مقدار الإشارة المرسلة لاسلكياً من مناطق الدماغ الحي. ولإجراء مثل هذه الدراسات، نقوم أولاً بإدخال جهاز اقتفاء tracer لاسلكي داخل مجرى الدم. ثم يقوم جهاز المسح بتحديد موقع ازدياد أو نقصان الإشارة اللاسلكية، وترتبط هذه الزيادة أو النقصان بمقدار النشاط في جزء محدد من الدماغ. ومن ثم يجري ربط هذه التغيرات التي تحدث في نشاط الدماغ، والتي تتمركز في مواقع محددة، بمهمة محددة يؤديها الشخص موضوع الدراسة في تلك اللحظة. وبعبارة أخرى، يسمح لنا ذلك بالربط مباشرة بين النشاط الذهني وبين التغيير الديناميكي في نشاط تركيبة تشريحية محددة لدماغ بعينه.

لإيضاح أهمية أسلوب المقاربة الذي يعتمد على التصوير العصبي الوظيفي، سنقوم الآن بدراسة نتيجة اختبار جرى مؤخراً. كنا نعلم سابقاً أن الدماغ البشري يستخدم منظومتين متمايزتين لمعالجة المفاهيم المتعلقة بالكينونات entities في مقابل المفاهيم المتعلقة بالأنشطة actions. لكننا أردنا معرفة إن كانت صِيَغ الكلمات التي تصف كينونات وأفعال حسية تجري معالجتها بشكل منفصل في منظومات دماغية مختلفة. هل إن المنظومة المستخدَمة لتذكُّر الأسماء النكرة التي تشير إلى مفاهيم من نوع شاشة أو كرسي أو شخص وإلى ما هنالك، هل هي

منفصلة عن تلك التي تعالج الأفعال التي تشير إلى أنشطة مثل يقفز أو يسبح أو يتكلم؟... وبهدف التأكد من أن بالإمكان دعم هذه الفرضية، قمنا بمقارنة أداء أشخاص أسوياء مع أداء أشخاص مرضى يعانون آفات دماغية في عدة مناطق من الدماغ. طلبنا من كل مجموعة القيام بمهمتين متناقضتين: في المهمة الأولى، كان عليهم استحضار كلمة تتطابق مع موضوع ما، كرسي أو طاولة مثلاً. وفي المهمة الثانية، كان عليهم تذكُّر كلمة تتطابق مع نشاط يقوم به شخص أو شيء. لاحظنا وجود انفصال مزدوج كامل.

لم تتمكن إحدى مجموعات المرضى من تسمية كينونات محسوسة بشكل طبيعي، لكنها عندما جاء دور تذكُّر أسماء الأنشطة، كان أداؤها، إلى حد ما، عند مستوى تمكن مقارنته بأداء أفراد مجموعة التحقق من النتائج. كان المرضى الذين أبدوا هذا الخلل المحدد يعانون جميعاً آفة في القشرة الصدغية اليسرى، تماماً كما كنا قد توقعنا في الفرضية. ولدى مجموعة أخرى من المرضى، لاحظنا أن تَذَكُّر كلمات تشير إلى كينونات محسوسة تم بشكل طبيعي تماماً، بالمقارنة مع مجموعة التحقق، ولكن عندما تعلق الأمر بتسمية الأنشطة، لاحظنا هبوطاً حاداً في مستوى الأداء. كان هؤلاء المرضى يعانون آفات تتركز في القشرة الجبهوية اليسرى، ولم نلاحظ أي تداخل overlap مع نتائج المجموعة الأولى. كان بإمكاننا الاستنتاج أن هناك تراكيب في القشرة الجبهوية اليسرى للكائنات البشرية

مرتبطة بعملية تذكر الكلمات التي تشير إلى الأنشطة، بينما توجد تراكيب في القشرة الصدغية اليسرى مرتبطة بعملية تذكر الكلمات التي تشير إلى الكينونات. نستطيع الافتراض إذاً، أن الوظائف التي ترتبط في ما بينها بشكل وثيق، مثل معالجة الكلمات الدالة على الأنشطة وعلى الكينونات، تعتمد على منظومات منفصلة جزئياً في الدماغ البشري.

هذا الانفصال هو مبدأ وظيفي يمكن أن نجده في مجالات أخرى من وظيفة الدماغ. ويعتبر الفصل بين أنواع التعلُّم المختلفة، أو الفصل بين المعطيات المتعلقة باللون وبين تلك المتعلقة بالشكل في المنظومات البصرية، مثالاً واقعياً على ذلك (انظر الفصل الخاص بستيفنز «الخط في مقابل اللون» الجزء الرابع). قد تبدو الوظائف متكاملة تماماً، لكن الأسس العصبية التي ترتكز عليها غالباً ما تتوزع على مناطق كثيرة متعاونة في ما بينها.

متطلبات الإبداع

يستنتج دونالد كامپل أنه في الإبداع البشري، لا بد من أن هناك عملية ذات طبيعة مشابهة ضالعة في العمل: فالإبداع البشري يجب أن يكون تجميعاً للأفكار يتلوه إعادة تجميع وإعادة تنسيق لها، ويجري كل ذلك بسرعة كما لو أن كومبيوتر جرت برمجته لإنتاج نوادر بشكل عشوائي، بينما تقوم عملية انتقائية بفرز النوادر الطريفة بحق عن تلك السخيفة أو الخالية من المعنى.
أعتقد أن هناك احتمالاً أن تكون عملية من هذا النوع تحدث فعلاً دون مستوى العقل، كما أعتقد أنه يجب التسليم بأن هذه العملية تشكل أحد العناصر في العمليات التي تجري دون مستوى الوعي

والتي يجب أن نفترض أنها تسبق قيام فرضية ما أو تفسير ما باقتحام العقل.

بيتر ماداوار 1991

كان عالم الفيزياء ليو جيلارد يعتقد أن هناك كثيراً من الأمور المشتركة التي تجمع العلماء بالفنانين والشعراء. لكنه أشار إلى أن «التفكير المنطقي والمقدرة التحليلية هما من المزايا الضرورية للعالِم، لكنهما لا يعتبران كافيين إطلاقاً للعمل الإبداعي».

أنطونيو داماسيو 1994

يتربع كل من «الدافع» و«الشجاعة» على رأس قائمتي الخاصة بمتطلبات الإبداع. وأعتقد أن الشجاعة مهمة بالنسبة للفنان كما أنها لا تقل أهمية في حال رغبتك في أن تصبح عالِماً. عليك أن تكون طموحاً لدرجة ترغب معها في إنجاز العمل، وعليك التحلي بالشجاعة اللازمة لمجابهة النقد والرفض اللذين ستواجههما لا محالة ذات يوم. المتطلب الثاني في قائمتي هو «الخبرة الواسعة» و«فترة التدريب». لقد استعرت تعبير «فترة التدريب» من كتابات هوارد غاردنر حول الإبداع لأن هذا التعبير يعبر بدقة عن مجموعة كاملة من المزايا المهمة التي تشمل الدراية والتَمَكُّن والمهارة التكنولوجيا والثقافة. وإذا ما فكرت بالأشخاص الذين قاموا بإنتاج أعمال مهمة في مجال الفن أو العلم، وحاولت التعرّف إلى الصفات المميزة التي تجمع بينهم، فلا بد أن تكون بين هذه الصفات فترات طويلة من التدريب. إن المبدعين العظام يتمتعون بخبرة رفيعة ويمتلكون معرفة شاملة في

ما يخص المجال الذي يعملون فيه كما أنهم يدركون ما يصلح للعمل وما لا يصلح له، ويميزون بين ما هو أصيل وما هو عادي، ويعرفون ماذا يحب الناس وماذا يكرهون، وما الذي يثير إعجاب الناس وما الذي لا يثير اهتمامهم. هم يعرفون كيف يمكن تحقيق نتيجة نهائية. ومع ذلك، فإنك إن لم تكن تعرف الكثير حول كيفية التعامل ببراعة مع مكوِّنات الإبداع ـ أي حول تكنولوجيا تنفيذ العمل الفني أو العلمي ـ فلن تحظى بفرصة كبيرة للنجاح سواء كفنان أو كعالم. ورغم احتمال قيام شخص، لا يتمتع بخبرة جمالية واسعة، بإنتاج عمل فني يثير الاهتمام، إلا أن هذا الشخص لن يستمر، غالباً، في إبداع أعمال مهمة.

وتزداد الصورة تعقيداً لدى وصولنا إلى المتطلَّب الآتي: نظرة معمقة إلى ما يعتمل داخل النفس وإلى ما يعتمل في أذهان الآخرين. وينطبق هذا في معظمه على الفن. فالمقدرة على معرفة ما يعتمل في ذهنك وما يعتمل في أذهان الآخرين تعتبر شرطاً أساسياً للإبداع الفني العظيم. ولا يمكن التفكير بالفن العظيم الذي يفتقر إلى هذه المعرفة. وهناك بعض العلماء الذين أفضّلهم بشكل خاص ـ وهم العلماء الذين تربطني بهم معرفة شخصية ـ ممن يتمتعون بهذه المزية، كما وأستطيع، من جهة أخرى، أن أتذكر بعض العلماء ممن لا يتمتعون بها ولم يحققوا، باعتقادي، نجاحاً يذكر.

أود الآن أن أركز على بعض الوظائف والمنظومات العصبية ذات الصلة بموضوعنا. المطلب الأول ضمن هذا

المجال هو وجود آلية قوية لتوليد صورٍ تمثيلية ذات طبيعة متنوعة. ما أعنيه بهذا هو المقدرة على توليد ـ أي استحضار إلى العقل الواعي ـ تشكيلة منوعة من مجموعات مبتكرة من الكينونات، أو أجزاء الكينونات، بشكل صور. ويجري حفز تلك «الصور» بواسطة دافع محرِّض stimulus قد يأتي من العالَم الخارجي أو من العالَم الداخلي (وهو العالَم الذي تقوم أنت بإيجاده ومن ثم باسترجاعه).

فمن الصعب مثلاً تخيُّل أن شخصاً مبدعاً، لدرجة يقوم معها بتصميم تجربة مهمة أو برسم لوحة آنسات أﭬينيون، لا يتمتع بآلية قوية لتوليد التنوع، تقوم دون توقف باستحضار الصور أو الصور التمثيلية «بشكل جاهز ومباشر». وهناك كثير من تلك الصور التمثيلية التي يتعين طرحها جانباً لأنها غير ملائمة، لكن الصور موجودة، على أية حال، ليتم الاختيار من بينها. وهذه العملية ليست بعيدة الشبه عن مبدأ توليد التنوع الذي أدى لظهور الاصطفاء الطبيعي خلال مسار التطور.

ولو لم يوجد هذا التنوع الطبيعي المذهل، لما وُجدت الكائنات البشرية بشكلها الحالي. وباعتقادي أن هذه الآلية القوية لتوليد الصور التمثيلية ذات الطبيعة المتنوعة مرتبطة بأجزاء القشرة قبل الجبهوية pre-frontal cortices .إن الصور لا تتحقق بهذا الشكل في القشرة قبل الجبهوية ـ بل في الأجزاء البدئية في القشرة الناقلة للإحساس ـ ولكن تجري هنا إدارتها، أو التحكم بها. إن التعبير المألوف «خيال خصب»

يشكل في الواقع وصفاً فعلياً لآلية توليد التنوع هذه.

وهناك متطلب آخر وهو «ذاكرة حية» ذات مقدرة واسعة. وبما أن مفهوم الذاكرة الحية يتعرض لسوء الفهم، سأقوم بشرح ماذا أقصد به. الذاكرة الحية هي ما يسمح لنا، ليس فقط بتذكُّر الصور التمثيلية وتوليدها داخل أنفسنا، ولكن أيضاً بالاحتفاظ بهذه الصور حية «بشكل جاهز ومباشر» وتطبيق عمليات عليها، أي إعادة ترتيبها في الفراغ، وإعادة الربط بينها وإلى ما هنالك. إذا طلبت منك مثلاً، أن تكرر أمامي، رقم هاتف، بإمكانك القيام بذلك من الذاكرة العادية القصيرة الأمد، فالمهمة هنا لا تتطلب ذاكرة حية. ولكن إذا طلبت منك أن تتذكر رقماً ومن ثم أن تكرره أمامي باتجاه عكسي، أو باتجاه عكسي مع إغفال الأعداد المفردة، فإن ذلك يتطلب ذاكرة حية. أنت هنا بحاجة للاحتفاظ بهذه المجموعة من الأعداد «بشكل جاهز ومباشر» ومن ثم بالتعامل معها بمهارة.

ومن الصعب تخيل أن شخصاً يمكن له أن يتصف بالإبداع دون أن يتمتع بقدر وافر من هذه المقدرة. فالإبداع يتطلب، على الأرجح، مقدرة على الاحتفاظ بعدة مجموعات مختلفة من المعطيات «بشكل جاهز ومباشر» وإمكانية التعامل بمهارة مع العناصر وأجزاء العناصر في تلك الصور التمثيلية بحيث يمكن تشكيل مجموعات مبتكرة. وباختصار، لا يمكن أن ينجح تنفيذ أي عمل فني إلا في حال توليد عناصر ذات تنوع كبير وفي حال جرى عرض هذه العناصر المختلفة مع

بعضها ليتم التعامل معها بأساليب متقاربة.

سأقوم الآن بذكر متطلبين آخرين للإبداع. الأول، هو إمكانية تمييز الصور التمثيلية المبتكرة، أي تقدير القيمة الجمالية أو العلمية لعناصر معينة أو لمجموعات من العناصر، وتقرير ما إذا كانت فعلاً مبتكرة وتستحق المحافظة عليها. وفي اعتقادي أن وجود قشرة قبل جبهوية مدهشة، تقوم بتوليد عدد كبير من العناصر الجديدة والاحتفاظ بها «بشكل جاهز ومباشر»، لن يكون له نفع كبير إذا لم نتمتع بإمكانية القيام بالاختبارات السليمة التي تقوم على أساس تحقيق هدف جمالي أو علمي.

في ما يخص الاختبارات الجمالية، هناك سمة أساسية تميز دقتها وهي إمكانية الوعي بوجود احتمال بأن يقوم تصوُّر معين، محفوظ في الذاكرة الحية، بتحريك مشاعر الآخرين إضافة لمشاعرك أنت أيضاً. والمتطلب الثاني هو وجود آلية ذات دقة مرهفة لاتخاذ القرارات. فإذا كان المرء عاجزاً عن اتخاذ القرارات بشكل فعال ـ حتى ولو كان قادراً على توليد الصور التمثيلية بوفرة ويتمتع بذاكرة حية جيدة ـ فإن العملية التدريجية التي تُعنى باختيار ما يجب الاحتفاظ به وما يجب طرحه جانباً، ستشكل عائقاً في وجه أي احتمال لتحقيق افضل النتائج.

الأسس العصبية لعملية اتخاذ القرارات وللاستجابات العاطفية

إن وجهة النظر هذه، المتعلقة بالعواطف والمشاعر والإدراك ليست

تقليدية. أولاً، أود أن أشير إلى أنه ليس هناك حالة شعورية أساسية موجودة قبل ظهور انفعال معين، فالتعبير (الانفعال) يتقدم الشعور ثانياً، أود أن أشير إلى أن «الإحساس بالشعور» يختلف عن «الإدراك والإحساس بالشعور»، وإلى أن التفكير في الإحساس بالشعور يعتبر أيضاً خطوة إضافية أخرى. يذكرني هذا الوضع الغريب، ككل، بقول ي. م. فورستر: «كيف يمكنني أن أدرك ما أفكر به قبل أن أقوله!..»

أنطونيو داماسيو، 1999

تظهر اللوحة رقم 4 نموذجاً بالغ التبسيط عن عمل وظائف الدماغ المعقدة، الغرض منه أن يشكل إطاراً لفهم الوظائف الأرقى للدماغ. تقوم الأجزاء القشرية الخاصة بالبصر وبالسمع بتوليد أشكال عصبية neural patterns «جاهزة مباشرةً»، تتماثل مع عناصر محددة (أشكال الموضوعات، الأصوات وإلى ما هناك). وإذا قمنا بتركيب عدة مسارٍ كهربائية electrodes في وقت واحد داخل هذه الأجزاء القشرية، نلاحظ وجود شكل من النشاط العصبي - بصورة مخطط - تربطه علاقة من نوع ما بتشكيل configuration الإشارات الموجودة في الشبكية أو في قوقعة الأذن cochlea وعلاقة أخرى بالموضوع الذي يجري النظر إليه أو الموضوع الذي يُحدث صوتاً. ومن المهم أن نذكر هنا أن ذكرى هذه الصور التمثيلية representations لا يجري تخزينها بشكل صورة الفاكس، بل بشكل تعديل شامل لخصائص تشغيل دارات كثيرة في «الأجزاء القشرية المسؤولة عن الربط» association cortices (وهي الخصائص التي تسمح

لكل خلية عصبية، في دارة ما، بأن تعمل أو تتوقف عن العمل). وإذا تمكنت من تركيب عدة مسارٍ كهربائية في تلك الدارات في وقت واحد، فلن تسنح لك الفرصة لتجد شكلاً يشبه الموضوع الذي تعرفه. أنا أطلق على هذه السجلات المخزونة اسم «الصور التمثيلية المتوزِّعة» dispositional representations.

إن هذه المنظومات العصبية ترتبط جميعاً بتوصيلات داخلة وأخرى خارجة، بحيث إن صورة تمثيلية تخطيطية لوجه مثلاً، يمكن لها أن تتحول إلى صورة تمثيلية متوزِّعة دون وجود الملامح الصوَرِية للوجه، ولكن مع بقاء إمكانية إعداد نسخة أو ما يشبه النسخة عن الوجه. إن أهم سمات هذا النموذج هو أن الصورة التمثيلية المتوزِّعة تحوي سجلات غير واضحة لكامل الصورة التمثيلية بشكل مخطط، وأن الدماغ يحاول إعادة تكوين الصورة عبر الخطوط الراجعة من السجل المتوزع إلى منطقة وضع المخطط. عندما ترى وجهي الآن، فإنك تقوم بتمثيله في القشرة البصرية المسؤولة عن وضع المخطط. لكنك إذا حفظت شكل وجهي، فإن بإمكانك تكوين صورة تمثيلية متوزِّعة عنه، كما إن بإمكانك استحضار نسخة عنه فيما بعد عندما أكون غائباً. إن الكائنات البشرية تتمتع بقدر وافر من هذه المقدرة، وهي المقدرة على وضع صور تمثيلية، والتعلُّم بأسلوب متوزِّع واستحضار الصور لدى الطلب. وأنت عندما تحتفظ بصورة ما في ذاكرتك الحية، إنما تحتفظ بها بشكل واضح.

هناك مجموعة أخرى من المناطق القشرية تسمى قبل الجبهوية، وهي تحتفظ أيضاً بصور تمثيلية متوزِّعة مكتَسبة. وما يثير الاهتمام هنا، هو أن كثيراً من هذه المناطق لا تُعنى كثيراً بالسمات العامة للصورة التمثيلية (تركيبة الوجه، مثلاً) قدر عنايتها بالصلة التي تربط هذه الصورة بكامل المنظومة أو العضوية. ويجري تحديد هذه الصلة عن طريق ربط الصور التمثيلية المتوزعة لموضوع محدد بالتوزعات الفطرية الكامنة في مجموعة الدارات التي تنظم العمليات الأساسية للحياة. إن المستويات التنظيمية للدماغ (الدماغ البيني diencephalon وجذع الدماغ) مرتبطة بشكل وثيق، من الناحية التشريحية العصبية، بالمستويات القشرية بحيث إننا عندما نكتسب الصورة التمثيلية لموضوع ما معين، فإنما نقوم بذلك تحت تأثير مجموعة من الدارات الموجودة في المستويات الأخفض من الدماغ. وبعبارة أخرى، كما أنه لا يوجد هناك ما يدعى بالمنطق الكانتي الصرف، لا يوجد أيضاً ما يدعى بالتصوير التمثيلي الذهني الصرف لوجه ما أو لموضوع ما.

كيف يدرك الدماغ كيفية التعامل مع موضوع محدد بشكل خاص؟.. من حيث الجوهر، لا يستجيب الدماغ لموضوع ما بشكل ذهني فقط، أي باستدعاء الحقائق من الذاكرة، بل يستجيب بشكل انفعالي أيضاً، فبسبب المعلومات التمثيلية، التي تقوم بالتنظيم البيولوجي والموجودة في الدماغ البيني وفي جذع الدماغ، يستجيب الدماغ بطريقة خاصة لموضوعٍ يرتبط معه بصلة

معينة بينما يقوم بإغفال باقي المواضيع. لنفترض أن أحد تلك المواضيع هو وجه صديق تحبه أو وجه شخص تكرهه. هناك عدد من الاستجابات التي تحصل، رغماً عنك، وتؤثر على عضلات وجهك وعلى شكل الهيكل العضلي لديك، وعلى أحشائك وعلى كافة أعضاء جسمك الداخلية (إفراز مواد كيميائية على سبيل المثال). كما تحدث بالإضافة لذلك، استجابات كيميائية عصبية داخل الدماغ نفسه تُغيِّر من أداء بقية الدارات الدماغية لوظائفها. وتُعتبر منظومة الدوبامين مثالاً لتلك الأنواع من الأجهزة الدماغية التي تنشط للعمل بفعل محرِّضات stimiuli ذات صلة وثيقة بالعضوية بسبب طبيعتها أو نتيجة لتاريخ عملية التعلُّم الخاصة بها. وهناك أجهزة دماغية أخرى مشابهة وهي تلك التي تستخدم النواقل العصبية neurotransmitters مثل النوريبينيفيرين والسيروتونين والأسيتيلكولين.

إن الترتيب الذي قمت بوصفه يكتسب أهمية خاصة ضمن سياق الفن والإبداع. فالدماغ مصمَّم على الأرجح، بحيث يستجيب بشكل إشارة انفعالية عندما يواجه محرضاً معيناً ـ ألواناً معينة ومجموعات من الألوان، مثلاً، أنغاماً معينة ومجموعات من هذه الأنغام، أشكالاً معينة أو مجموعات من هذه الأشكال. في البداية تنطلق الاستجابات الانفعالية، التي تُعتبر من مقوِّمات التجربة الجمالية، نتيجة تلك المحرضات التي تتوجه بشكل طبيعي نحو استجابة انفعالية.

وفيما بعد يتعلم الأفراد، عن طريق عملية التداعيات

المترابطة، كيف يوسّعون هذه الاستجابات الانفعالية لتشمل محرضات أخرى.

كما ذكرنا إذاً، تقوم الاستجابات اللاإرادية واستجابات العضلات الهيكلية، التي تعتبر جزءاً من الانفعالات العاطفية، بتغيير حالة الجسم. عندما تولِّد لوحةٌ أو قطعةٌ موسيقية حالةً من البهجة لدينا، فإن قدراً كبيراً من حالة البهجة هذه يقوم على أساس استجابات جسدية. والاستجابات الجسدية قد تحصل بطريقتين. فأنت عندما تشعر بالإثارة لدى سماعك قطعة موسيقية أو لدى النظر إلى لوحة رائعة الجمال، تكون الاستجابة جسدية فعلية، هناك تغيرات في ناقلية البشرة ومعدل نبضات القلب وإيقاع التنفس وتغيرات أخرى يمكن كشفها بسهولة. وهذا هو ما أدعوه بـ «دارة الجسم» body loop. لكن هناك أوقاتاً لا تحتاج فيها فعلاً لعبور دارة الجسم، لأنك تقوم، شيئاً فشيئاً، وبخاصة في حال الموضوعات الجمالية التي اعتدتَ عليها بمرور الوقت، أو ضمن حالات انفعالية تمكنتَ من التكّيف معها، تقوم فعلاً بتجاوز الجسم واستخدام ما أدعوه بـ «شبه دارة الجسم» as-if body loop.

إن ما يجعل عملية التجاوز ممكنة هو أن القشرة قبل الجبهوية لها اتصال مهم ذو اتجاهين مع التراكيب الدماغية التي تقوم بوضع مخطط حالة الجسم، أي تلك المعروفة باسم أجزاء القشرة الجسدية somatic cortices. في البداية، عندما يقوم انفعالٌ عاطفي ما بتغيير الجسم، يقوم الجسم بإرسال إشارة

راجعة إلى أجزاء القشرة الجسدية. وتقوم هذه الأجزاء بوضع مخطط لحالة الجسم المتغيرة. وفي الوقت نفسه، هناك إشارات، ذات اتجاهين بين القشرة قبل الجبهوية وبين تلك المخططات الجسدية، تستطيع القشرة قبل الجبهوية، بعد مرور بعض الوقت، تستطيع بواسطتها أن توجِّه الأجزاء القشرية الجسدية لتتخذ الوضع التخطيطي الذي تتخذه عادة عندما يشعر الجسم بانفعال عاطفي ما. وباختصار، بإمكاننا استحداث حالة الجسم «الشبيهة» دون الاضطرار لاستخدام الجسم.

إن الإبداع بحد ذاته - أي المقدرة على ابتكار الأفكار والنتاجات الإنسانية الجديدة - يتطلب أكثر مما يستطيع الوعي أن يقدمه. فهو يتطلب مقداراً كبيراً من الذاكرة المتعلقة بالمهارة والحقائق، ومقداراً كبيراً من الذاكرة الحية، والمقدرة على التفكير العقلاني الدقيق إضافة للّغة. لكن الوعي حاضر أبداً في عملية الإبداع، ليس فقط لأننا لا نستطيع الاستغناء عن ضيائه، بل لأن طبيعة إلهامه تقوم، بشكل أو بآخر، بتوجيه عملية الإبداع بقوة، إلى حد ما. هناك شيء غامض يجعل كل ما نبدعه، بدءاً بالقواعد الأخلاقية والقانون مروراً بالموسيقى والأدب وصولاً إلى العلم والتكنولوجيات، يخضع لإرادة أو لوحي ومضات الكشف عن الكينونة existence تلك الومضات التي يمنحنا إياها الوعي. كما أن الإبداعات تمارس، بشكل أو بآخر وإلى حد ما، تأثيرها على الكينونة لدى الكشف عنها، فهي تغيرها إلى الأفضل أو إلى الأسوأ. هناك دائرة من التأثير - الكينونة، الوعي، الإبداع - ومن ثم تُغلق الدائرة.

أنطونيو داماسيو، 1999



بروس أدولف

الموسيقى حاضرة في الذهن

أين يكمن الوحي؟..
قد يشعر المؤلف الموسيقي بالوحي يهبط عليه من معادلات رياضية، من ضوء القمر، من نظرة إنسان مجهول، من المال، من أشكال حركة المرور، من تغريدة طائر، من حادثة موت، من حقيقة تاريخية، من الجنس، من تركيبة للعبة قمار، من الفوضى، من كعكة الشوكولاته، من أغنية قديمة، من نهر، من حديقة، من قصة، من قطعة موسيقى، من حيلة بأوراق اللعب، من طُرْفة، من الريح.
تكمن نوعية الإلهام في المؤلِّف الموسيقي ذاته.

بروس أدولف، 1996

قبل عدة سنوات، حضرت مهرجاناً للموسيقى. وبما أنني كنت هناك بصفة مؤلف موسيقي، لم أكن معنياً بشكل مباشر بالتدريبات الموسيقية، بل كنت أجلس على الشرفة وأصغي للموسيقى. كنت ذات يوم جالساً بجوار رجل ما لبث أن التفت إلي وسألني، «ألستَ مؤلفاً موسيقياً من المشاركين في المهرجان؟..» أجبته «نعم». قال، «نحن نؤدي العمل ذاته، فكلانا يقوم بعرض فكرة مجرَّدة ضمن بنية منطقية وبذلك نجعلها في متناول الناس». سألته، «وما هو نوع الموسيقى التي

تؤلفها؟ . . » أجاب، «أنا أصمم منظومات أسلحة». لقد بعثت تلك المحادثة الضيق في نفسي، وما تزال. حاولت كثيراً أن أفكر بالفرق بين فكرته المجردة وطريقة عرضها، وبين ما أقوم به أنا. ولعل ذلك هو ما يدفعني لانتظار الحفلات الموسيقية بلهفة.

أود الآن أن أناقش بضعة أفكار، كالخيال بشكل عام، وما أدعوه بالخيال الموسيقي بشكل خاص. سأكرّس جزءاً من النقاش لفكرة تعليم وتطوير خيالٍ موسيقي، أو لفكرة الإبداع. إن اختصاصي هو تدريب المؤلفين الشباب، وقد قضيت وقتاً طويلاً على مدى سنوات كثيرة مع الطلاب.

وعندما توجهت بالشكر في كتابي الثاني إلى «طلابي الكُثُر عبر السنوات التي قضيتها في معهد جيلار في جامعة نيويورك وفي جامعة ييل، الذين علموني كيف أُدرِّس»، كانت كلماتي مشوبة ببعض الجد. أنا أحاول أن أدرس التفكير الخيالي، أو أنني أحاول تشجيع التفكير الخيالي لدى طلابي عن طريق التمارين.

لقد كان هذا هو موضوع كتابي الأول. فكتاب «أذن العقل» (تمارين لتحسين الخيال الموسيقي) (1991) يعالج العفوية الإبداعية، أي تحرير العقل من أجل أن يفكر بأساليب قد تُغفلها النظرية الأكاديمية. أما كتابي الثاني «ما الذي يجب أن نستمع إليه في العالم» (1996) فهو يسبر طبيعة الموسيقى ويتحرى عن معناها في حياتنا.

بإمكان الموسيقى أن تنسلَّ وتتفادى كل الكلمات
وأن تذيب الماضي والحاضر في اللحظة الراهنة
وأن تُطلِق الأوهام من عقالها
وأن تتوصل إلى حقيقة القلب.
إن المؤلف الموسيقي الناجح
ينعم بوجود بالتقاليد ويسعد بتجاهلها.

بروس أدولف، 1996

كما أود أن أتحدث قليلاً عن عملية التأليف، وإذا ما توفرت لدي الجرأة، فسأحاول، في النهاية، أن أؤلف قطعة موسيقية كنوع من الحِيَل التي تجري في ردهات الحفلات. قد لا تكون القطعة عملاً موسيقياً حقيقياً، لكنها ربما تبقى في ذاكرتكم.

وأريد الحديث أيضاً عن العازفين، الذين طالما جرى تجاهلهم في النقاشات لأنهم لا يُعتبرون «مبدعين» بالمعنى الأصلي للكلمة. صحيح أنهم يكررون ما أبدعه الآخرون، لكن هؤلاء يشكلون جزءاً مهماً من حياة أي مؤلف موسيقي. فأنت، كمؤلف موسيقي، لاتستطيع أن تفكر بدونهم أو بدون أن تسمع القطعة التي قمت بتأليفها وهي تُعزف. ولذا سآتي على ذكر العازفين.

السلسلة المتصلة بين العقل والجسم

سأبدأ برواية قصة عن عازف شهير. كنا تلميذين، في العمر نفسه، ندرس سوية في معهد جيلار بمدينة نيويورك.

معهد جيلار هو مرحلة سابقة للكلية حيث قمنا بالتدريس لعدة سنوات، ومرحلة ما قبل الكلية تخص التلاميذ الذين لم يبلغوا سن الدخول للكلية، ممن تظهر عليهم علائم النبوغ ويرغبون في أن يصبحوا عازفين، أما التلاميذ الذين لم تكن لديهم هذه الرغبة، فكانوا غالباً ما يلتحقون بكلية الطلب (هذه معلومة إحصائية حقيقية). لنعد إلى التجربة التي أريد أن أقصها عليكم.
كان ذلك سنة 1970 وكنا، أنا ويو ـ يو ما، في الخامسة عشرة من العمر. قمت بتأليف أول قطعة لي لآلة التشيلو ولم أكن واثقاً من أنها صالحة تماماً لأنني كنت مجرد مبتدئ. قال يو. يو إنه سيقوم بقراءة القطعة معي على آلة البيانو وسيؤديها بواسطة النظر إلى العلامات الموسيقية. وقبل أن يتمكن يو. يو من القيام بذلك، عَرضتُ القطعة على مدرِّس لآلة التشيلو. لفت المدرس نظري إلى نغم لا يمكن عزفه على تلك الآلة. فقد نظر إلى قطعتي وقال، «القطعة جميلة، ولكن يوجد هنا نغم لا يمكن عزفه على التشيلو من فوق أربعة أوتار. لا فائدة من المحاولة، لا توجد طريقة يستطيع عازف التشيلو بواسطتها وضع أصابع يده اليسرى بهذا الشكل على الأوتار في عنق التشيلو». سألته، «ماذا يمكنني أن أفعل بهذا الشأن؟..» اقترح المدرس إطالة النغم شيئاً ما لكي يتباعد الزمن قليلاً. ولما كنت شديد الحماسة بشأن قطعة الموسيقى، لدرجة أنني لم أكن راغباً في إعادة تدوين المقطع، لم أزد عن أن وضعت خطاً رسمته على عجل أمام النغم المستحيل، خطاً يشير إلى أن العلامات يجب أن تتفرق»

بشكل توقيع سريع متعاقب لا أن تُعزف مع بعضها بشكل شديد الانخفاض.

لنعد إلى قصة يو. يو، عَزَف القطعة وعندما جاء دور النغم المستحيل، عَزفَه، لقد عزفه بقوسه بشكل مستمر من فوق الأوتار الأربعة. سألته فيما بعد كيف تمكن من عزف النغم، لأن هناك من قال لي إنه ليس بالإمكان عزفه. قال، «ماذا؟..» قلت له، «هذا النغم هنا». نظر إليه ثانية ـ وكان قد عزف وهو ينظر إلى العلامات ـ ثم قال، «لست واثقاً من أن بالإمكان عزفه». قلت له، « لكنك قمت بعزفه».

أعدنا الكرة، وعندما حانت اللحظة قلت له، «توقف». نظرنا نحن الاثنين إلى يده اليسرى بدهشة كانت منثنية تماماً على عنق التشيلو، وكان الوضع الذي توصَّل إليه بطريقة أشبه بالسحر، مُتعِباً لا يمكن الاستمرار به، فقد كانت أصابعه ملتوية بشكل شديد الغرابة. قال يو ـ يو، «أنت على حق، فليس بالإمكان عزف ذلك النغم فعلاً». هذه قصة حقيقية، وهي توضح الفرق بين صديقي وبين عدد كبير من عازفي التشيلو الآخرين.

هناك ظاهرة أخرى لها علاقة بالأعصاب، يتسم بها عزف يو ـ يو ما، وقد كنت أنا شاهداً عليها مرات عدة. لدى العزف على التشيلو، عندما يتطلب الأمر عزف علامات عالية جداً (رغم أنها تبدو في الواقع «منخفضة» لأنك ستضطر للنزول إلى

الأسفل)، يتعين عليك تحديد موقع العلامة قبل أن يحين وقتها، كما يتعين عليك أن تلعبها بهدوء بواسطة الأصابع. لم يضطر صديقي إطلاقاً للقيام بذلك. وأذكر أنه في أحد التدريبات كان يصغي إلى المقدمة وإلى البيانو، قوسه جاهز، يداه مسترخيتان وعيناه مغمضتان. ولحظة أن حان وقت العلامة، عزفها على التو. هذا شيء لا يمكن تفسيره، ولا تعليمه، إنه شيء عجيب.

> للموسيقيين تركيبة بيولوجية خاصة، ... وكثيراً ما لاحظت أن الموسيقيين في كل أنحاء العالم يشبهون بعضهم بعضاً أكثر مما يشبهون الأشخاص الآخرين في بلادهم... إن الموسيقى تخلق تكاملاً بين العقل والجسم بأسلوب فريد غالباً ما يثير دهشةَ غير الموسيقيين. وهناك أوقات يبعث فيها بعض الموسيقيين الذهول في نفوس موسيقيين آخرين بسبب مستوى التنسيق الذي توصلوا إليه بين العقل والجسم.
>
> إن تركيبة الموسيقيين ككائنات بشرية تتحدد بواسطة الموسيقى، لدرجة تثير الدهشة.

بروس أدولف، 1996

يتفق علماء دراسة الجملة العصبية (انظر الفصول الخاصة بغالر وبفننغر وستيفنز في هذا الكتاب) على فكرة مفادها أن القيام بمهام تتطلب مهارة، يساعد على تحديد شكل مجموعة الدارات الدماغية وبخاصة في مرحلة الطفولة. ويرتبط ذلك بفكرة أن العقل هو الذي يتحكم بالحركة الجسدية. وفي حالة الموسيقي ـ وأعني هنا الموسيقي العظيم ـ تكون الموسيقى

حاضرة في الذهن تماماً وهي التي تتولى مقاليد الأمور بحيث يصبح الأسلوب مجرد تنفيذ للأفكار، وينطبق ذلك على المؤلف الموسيقي أيضاً.

عندما تستقل القطار أُنظرْ من النافذة،
وتظاهر بأنك شخص آخر:
شاعر مثلاً، روائي، رسام، سياسي،
مؤلف موسيقي....
إن المؤلف الموسيقي يرى البيوت،
والشوارع والغيوم تندفع مسرعة ويشعر بالسكون
الموجود داخل القطار ويعي الإيقاعات المتضاربة
للزمن وسخريته المتواصلة وبنيته المتدفقة.

بروس أدولف، 1996

إن المؤلف الموسيقي الحقيقي هو شخص يتمتع بإمكانية القيام بما يريد، دون أية معوقات. تقول فرانسواز جيلو، إن ما يبعث على الإحباط وما يمكن أن يشكل فشلاً، ليس شيئاً يستطيع الآخرون أن يصموه بأنه خطأ فادح (كما في مجال العلم). أنت تشعر بأن ذلك ليس هو الشيء الذي كنت تريده وليس هو ما قصدت أن تقوله في البداية. وبعد فترة وجيزة ترفض التعرف إليه على أنه ينتمي إليك، ويتلاشى إعجابك به. قد يكون جيداً، من حيث الواقع، لكنك تتوقف عن اعتباره شيئاً شخصياً وتعبيراً عما يجول بذهنك. وهو، بهذا المعنى، فشل. . . .

إن الصرخات الصامتة في غورنيكا بيكاسو،

والدموع المتحجرة في عينيّ مادونا مايكل أنجلو
هي موسيقى حقيقية.

وبينما نحن ننتظر، فإنما نترقّب تلك اللحظة
المستحيلة التي تُسمع فيها الصرخات،
وتنسكب الدموع؛ لنفهم الأبدية.

بروس أدولف، 1996

دارات العقل والجسم

لدينا جميعاً ما نقوله لو أننا فقط
نتعلم كيف نستخدم خيالنا
ونستكشف عوالمنا الداخلية.

بروس أدولف، 1991

إن مفهومَيّ «شبه الدارة» و«دارة الجسم» اللذيْن ناقشهما داماسيو في الفصل السابق جعلاني أطيل التفكير بشأن ما اعتدتُ قوله. في جامعة نيويورك، لم أكن أقوم بتدريس الموسيقى بل كنت أعمل في قسم فن المسرح، وكان الأسلوب الشائع حينذاك هو أسلوب ستانيسلافسكي. لن أخوض الآن في التفصيلات، لكن تدريباته المسرحية كانت تُعنى بالكلام ونبرة الصوت وحركات الجسم ذات المعنى والأمور المتعلقة بالاستماع. وكان تدريب الممثل يتوجه إلى جعله يندمج في «دارة الجسم» لا في شبه «الدارة». وبعبارة أخرى، كانت المسألة تتعلّق بالسؤال التالي: هل ذاكرتك مادية - في هذه

الحالة ستكون لديك الاستجابات الفعلية نفسها التي شعرتَ بها وقت حدوث التجربة الحقيقية ـ أم أن ذاكرتك ذهنية؟. إن الممثلين العظام الذين يستطيعون الضحك عند الضرورة، للطرفة نفسها بعد مئات العروض، قد تمكنوا من إيجاد طريقة عبر التدريبات ـ التي يُعتبر أسلوب ستانيسلافسكي جزءاً منها ـ يتمكنون بواسطتها من تحريض ذلك الجزء من الدماغ الذي يجعلك تستجيب بشكل كامل. كيف يتمكن الممثل من البكاء لدى عبارة معينة؟. أظن أنه يقوم بذلك عن طريق اختياره للدارة الصحيحة.

الذاكرة السمعية، أو كيف تنصت إلى صوتك الداخلي

قبل أن أتحول لمناقشة أفكار أخرى، أود الحديث عن تمارين الخيال. لنقم الآن بتمرين فعلي كنت أقوم به مع طلابي. أغمضوا عيونكم وحاولوا، ليست هناك من طريقة تجعل أحداً يعرف أنكم تقومون بالتمرين. لقد اعتدت أن أقول لطلابي أن الذاكرة البصرية تبدو ممتازة لدى معظم الأشخاص، أفضل من الذاكرة السمعية على الأقل. وليس لدي أدنى فكرة عما إذا كان ذلك فطرياً أم مكتسباً بالتعليم أم أنه شيء جرى تشجيعه. قد يكون وراثياً، وقد يكون نتيجة البيئة (أو جرى تشجيعه). في الحقيقة لا أدري. لكن الموسيقيين غالباً ما يكتشفون أن لديهم ذاكرة / خيالاً سمعيين أقوى بكثير من باقي الأشخاص.

إن إحدى الطرق التي يمكن للموسيقي أن يتطور بها، هي

تنمية ذاكرته السمعية. وأنا لا اعني بذلك فقط الطبقة الصوتية السليمة المثالية، التي تعتبر أمراً تافهاً. إن الطبقة الصوتية السليمة تساعد على ذلك، لكنها ليست بالأمر الجوهري. هناك كثير من الموسيقيين العظام ممن يفتقرون إليها، وهناك آخرون يتمتعون بها ولكنهم لا يستخدمونها. والآن، لو طلبت منكم، مثلاً، أن تسترجعوا في أذهانكم - وقد يفيدكم هنا أن تغمضوا عيونكم - وجه شخص تعرفونه جيداً، فلن يكون من الصعب على معظمكم رؤية ذلك الوجه. ولكن لو طلبت منكم أن تسمعوا جملة «مرحباً، كيف حالك؟..» تقال بصوت شخص تعرفونه جيداً، هل تستطيعون القيام بذلك؟.. هل تستطيعون سماعها؟.. بصوت عال؟.. هناك من يقول لي إن هذا التمرين بالغ الصعوبة. هناك أشخاص لا يستطيعون إطلاقاً أن يقوموا به.

اقترح أحياناً، بدلاً من ذلك، اللجوء إلى صوت شخص مشهور، هناك أشخاص كثيرون يعتبرون ذلك أكثر سهولة. إن محاولة سماع صوتك أنت هي أمر أكثر صعوبة. لنقم الآن بتمرين صغير يتعلق بالجَرْس (وهي الصفة المميِّزة لصوت منفرد صادر عن شخص أو عن آلة موسيقية). هذه هي الفكرة التي كنا بصدد مناقشتها. لا أشك بأن معظمكم يعرف أصوات الآلات الموسيقية المستخدَمة في الأوركسترا. لو طلبت منكم أن تتخيلوا للحظة صوت علامة موسيقية ما (ولا يهم أي علامة من العلامات) قد تواجهون صعوبة في ذلك وقد لا تواجهون.

فكروا الآن في ما إذا كنتم تستطيعون سماع علامة موسيقية عُزفت على الكمان، بنفس الوضوح الذي تستطيعون به تخيُّل صورة الكمان. وأنا واثق من أنكم بمجرد سماع كلمة «كمان» فإن صورة الكمان تقفز إلى أذهانكم مباشرة. لكن سماع صوت علامة موسيقية واحدة ليس بالأمر السهل. قد يكون سهلاً بالنسبة لبعض الأشخاص، لكنه بالنسبة لبعض الموسيقيين، طبعاً، أمر في غاية السهولة.

إن ذلك لا يشكل سوى البداية لمجموعة كبيرة من التمارين التي يتزايد مدى صعوبتها وتعقيدها. وأنا كفيل ـ لا أستطيع أن أضمن ذلك طبعاً، لكنني مقتنع به ـ أن بإمكانكم تحسين أذن العقل لديكم وذاكرتكم السمعية عن طريق التدريب. إن التمارين قد تتحول لتصبح أكثر تعقيداً وصعوبة، كما أنها قد تتضمن ما هو أكثر من سماع صوت.

> في سبيل أن أقوم بالمقارنة بين الذاكرة / الخيال البصريين والسمعيين، كنت غالباً ما أطلب من الأشخاص في الورَش والندوات، أن يتخيلوا مواقف بصرية ومن ثم مواقف سمعية وذلك أثناء قيامي بوصف هذه المواقف. فقد أقول مثلاً: «تخيلوا شارعاً... في الشارع يوجد كرسي... على الكرسي توجد سيارة... على السيارة هناك شخص واقف... على رأس الشخص توجد كمان... على الكمان توجد ثمرة».

بروس أدولف، 1996

لم يكن هناك من واجه صعوبة في رؤية مخطط الأحداث

هذا، إضافة لتفاصيل تجاوزت الوصف الفعلي. فقد تذكر الأشخاص فجأة شارعاً يعرفونه منذ الطفولة، أو تخيلوا شارعاً لا يشبه أي شارع يعرفونه. كما تخيلوا عروشاً فاخرة، بدل الكراسي، أو تذكروا كرسي المطبخ الذي عرفوه وهم في الرابعة من عمرهم، أو تخيلوا كرسياً من الفولاذ ذا تصميم غريب لم تسبق لهم رؤيته في الواقع. رأى الناس سيارات حقيقية ذات أشكال وألوان واضحة، سواء أكانوا يستطيعون التمييز بين السيارات أم لا. وتخيلوا أحياناً لعباً بشكل سيارات، وذلك كي لا تتحطم الكراسي. رأى الناس أقاربهم وأصدقاءهم ونجوم سينما أو أشخاصاً دون وجوه، أجسامهم مألوفة، يقفون على السيارة، وقد تذكروا ثيابهم بأدق التفاصيل. أما آلات الكمان فيمكن أن تكون حقيقية أو أشبه بالرسم التجريدي. اختار كل منهم ثمرة معينة، وهناك كثيرون كانوا واثقين من أنني أخبرتهم ما هي الثمرة التي يجب أن يروها.

> ثم يأتي دور الاقتراح السمعي. أطلب من نفس المجموعة سماع صوت شخص يعرفونه جيداً وهو يقول: «مرحباً، كيف أنت؟.. هل تود القدوم إلينا لتناول العشاء؟..»

بروس أدولف، 1996

هنا يواجه كثير من الأشخاص صعوبات. بإمكانهم رؤية وجه الشخص لكنهم لا يتمكنون من سماع صوته، وكثيراً ما يرون الوجه عائماً منفصلاً عن الجسد على خلفية داكنة، أو أنهم يسمعون الصوت لكنه سرعان ما يغيب عنهم ليسود

الصمت، أحياناً قد يكون من الأسهل تخيل سماعهم للصوت عبر الهاتف. ومن المهم هنا إدراك أنه بالرغم من أن الإيحاء البصري كان وهماً غير واقعي بالمرة، إلا أن معظم الأشخاص وجدوا تخيله أسهل من تخيل الإيحاء السمعي الواقعي. إن التدريب على بعث الذكريات السمعية وتخيل الأصوات أثناء الصمت قد يحسِّن من الخيال الموسيقي للفرد ويرفع من سوية مقدرته على الإصغاء للموسيقى بطريقة تحفل بالمعنى.

وفي ما يأتي تمرين يتعلق بالتأليف الموسيقي. أقوم أحياناً بهذا التمرين ليساعدني على المضي في تأليف مقطوعة ما. حاول أن تتذكر حادثة مرت في حياتك وكانت مؤثرة بشكل أو بآخر، ولا يهم هنا أن تكون الحادثة سعيدة أو حزينة أو مروعة. حاول الآن أن تزيل أي صور بصرية مرتبطة بهذا الحدث، وضع مكانها طاقة فقط، أو شعوراً، إن جاز التعبير. يمكنني أن أقول هنا، استناداً إلى ما شرحه داماسيو في الفصل السابق، أُدخلْ «دارة الجسم» لترقب ما هي المشاعر التي تحس فعلاً بأنها تتسلل إلى جسمك لدى تَذَكُّر الطاقة أو الشعور فقط، المرتبطيْن بحدث ما، بعد تلاشي الصور البصرية. وبعد ذلك، وعلى أساس معرفتك بالآلات الموسيقية في الأوركسترا، اختر إحدى هذه الآلات وفكر في ما إذا كانت هناك حركة أو صوتاً، في الآلة، بإمكانهما الوصول إلى جوهر الشعور الذي تذكرته.

هذا التمرين غير موجود في كتابي «أذن العقل»، لكنه يشكل، دون شك، جزءاً من كتابي الثاني، الذي يتحدث

الفصل الأول منه واسمه «اتِّساق شوكولاتي» chocolate legato عن تجربة يقوم فيها إسحق برلمان بربط الصوت بالأفكار وبالصور. كنت قد ألفت قطعة منفردة للكمان ليعزفها إسحق، وكانت مستوحاة من قصائد للويز جيكو تتحدث فيها عن الطعام. إحدى القطع ذكّرتها بالبراندي، لكن اسحق عندما كان يعزف القطعة وهو يقرأ العلامات توقف فجأة في منتصف العزف.

> أشرق وجهه فجأة، «إنها كعكة الشوكولا، لنسمِّها كعكة الشوكولا». وقبل أن تتاح لي فرصة الرد على اقتراحه، بدأ يعزف القطعة باتّساق شوكولاتي ذي عاطفة دبقة لذيذة. بدت النغمات وكأنها قطع من الكعكة تجمعها جدائل لزجة من كريمة الشوكولا. وقلت وأنا مقتنع تماماً، «لتكن شوكولا». وكانت.

بروس أدولف، 1996

لقد تمكن عزف اسحق برلمان، مستنيراً بالذاكرة الحسية، تمكن من الوصول إلى جوهر أشياء منسية ساعدتنا لا على تذكُّر الأشياء فقط، بل وعلى تذكُّر المشاعر وتذكُّر أنفسنا.

الذاكرة الحية، الأوركسترا الافتراضية

إن «الذاكرة الحية» التي يتحدث عنها داماسيو هي جوهر التأليف الموسيقي. إن الأشخاص العظام الذين يؤدون الأعمال الموسيقية يجب أن يشعروا بالأشياء بعمق بدل أن يكتفوا بإعطائها طابعاً عقلانياً أو أن يؤدوها بأسلوب بارع تقنياً. إن جميع أشكال الإبداع قد ترتبط، عند مستوى معين، بما تحمله

في ذاكرتك، وبالكيفية التي يؤثر بها ذلك على ما تود القيام به.

يتعيَّن على ذاكرتك الحية أن تختزن بعض المعارف حول تاريخ الموسيقى. مثلاً، أنت بحاجة لمعرفة جزء رئيس متكامل من المعارف، وذلك كي تتمكن من التفكير عبر وسيلة ما. فإذا كنت لا تفقه شيئاً في الموسيقى، ليس بإمكانك أن تؤلف الموسيقى. وبالتالي، كلما اتسعت معرفتك بمؤلفات الآخرين وزاد عدد القطع الموسيقية التي تعرفها، زاد عدد المصادر التي يمكنك الاعتماد عليها، بل إنك قد تستوحي من الأخطاء. ولكن عليك، في نهاية المطاف، أن تجعل من ذاكرتك، التي تضم الأحداث الفعلية في حياتك، المصدر للإلهام. قد يقف شخصان، مثلاً، في محطة القطار ذاتها، يرى أحدهما باقة صغيرة من الزهور ويفكر: ما أجملها!.. يراها الآخر، ولكن هناك ذكرى تعتمل في داخله لدى رؤيتها، يرى الزهور في الفناء الخلفي لمنزله عندما كان طفلاً، ويشعر بكشف بروستي Proustian غريب. وعندما يصل القطار، يضطر هذا الشخص للعودة إلى الواقع كما لو أنه ينتبه من حلم. إن شعوراً كهذا يعتبر محرضاً قوياً، وأنت كمؤلف موسيقي لن تقوم برسم الزهور، لكنك قد تشعر بإلهام يدفعك للعمل نتيجة إيقاع الذكرى التي حركت مشاعرك.

فكرة الوحي

قال أحدهم إن العقل يمهد الطريق للإلهام، وهذا يحدث

باستمرار. هناك تمرين أستطيع القيام به وحدي عندما استقل القطار. ويتضمن التمرين النظر من النافذة من منظورات مختلفة. حاول، مثلاً، أن تنظر من النافذة بعيني كلب. بالطبع هذا لا يشكل منظوراً بالمعنى الكامل، ولكن التمرين يجب أن يبدأ من نقطة ما. من يمكنه معرفة ما الذي يراه الكلب؟.. قد يكون ذهنه خالياً من أي شيء، لكنك إذا نظرت من النافذة بعيني كلب، فستلاحظ كل شيء بشكل مختلف. إن الممثلين يقومون بأداء هذا التمرين طوال الوقت.

ما تراه هو كل الأشكال وكل الهيئات، حتى ولو لم تدرك ماذا تعني تلك الأشكال والهيئات أو ماذا تُدعى، ترى كل ذلك بوضوح كما لو أنك تراه للوهلة الأولى، إنه نوع من الشعور السابق للغة، هذا إذا استطعت الإحساس به.

والخطوة التالية هي تمرين النظر إلى نفس المشهد بعيني وأذني المؤلف الموسيقي. وبعبارة أخرى إذا كنت جالساً في قطار ينهب الأرض مسرعاً عبر مشاهد ريفية جميلة، فإنك لا ترى فقط الأشكال والهيئات، بل ترى الإيقاع والخط. لقد قمت بتأليف بعض القطع التي استطعت فيها النفاذ، بشكل فعلي، إلى جوهر تلك الأشياء، كما تعنيه بالنسبة لي بالطبع. إن الطريقة التي تتحرك بها الأشياء خارج القطار كانت تسحرني على الدوام. وهناك لحظات لا أعود فيها قادراً على النظر إليها أكثر مما نظرت، فأحوِّل نظري إلى داخل القطار لأريح عيني قليلاً. إن هذا الفرق بين السرعتين يشكل تحريضاً من الناحية

الإيقاعية. كما أن الفرق بين الهدوء الموجود داخل القطار والأضواء التي تومض ليلاً لدى المرور بها أو الأشجار أو الأوراق التي تعبر مسرعة، يشكل أيضاً تحريضاً قوياً. لنواجه الواقع إذاً، في حال قيامك بإلغاء العالم الخارجي، سيكون من الصعب عليك أن تشعر بالإلهام.

لقد قمت بتأليف قطع موسيقية تحت إلهام إيقاع القطارات تحديداً. لقد شعرت بالإلهام وأنا أسير في شوارع نيويورك، وهو إنجاز رياضي بحد ذاته. وبعبارة أخرى، إن محاولة عبور الشارع ضمن حشد من الناس، الشعور بالحركة في هذا الاتجاه أو ذاك ـ ذلك الشعور المكاني، الذي يشبه شعور الراقص، الذي ينتابك لدى محاولة الانتقال من مكان لآخر ـ هذه المحاولة لها إيقاعها الخاص بها. بإمكانك أن تشعر بالإحباط الشديد و/ أو بإمكانك أن تضيف إلى ذلك الشعور إحساساً باكتشاف إيقاع تلك التجربة. قد تتحول تلك التجربة لتصبح مصدراً للإلهام. وفي إحدى المرات وجدت في تلك التجربة إيقاعاً كان طريفاً بحيث غطى على مشاعري بالإحباط. استخدمت ذلك الإيقاع في قطعة موسيقية راقصة قصيرة، وكررته المرة تلو الأخرى، حتى تحول إلى ما يشبه الهوس. كانت القطعة ولحسن الحظ قصيرة، لا تتجاوز ثلاث دقائق، وكانت تشكل جزءاً من عمل أكبر، لكن الإيقاع الأساسي جاء من جهودي في محاولة تجنب الاصطدام بالناس في الشارع. وعلي أن أضيف هنا، من باب المفارقة أنني لم أشرع بالتأليف

بهذا الشكل إلا بعد أن شرعت في محاولة مساعدة طلابي عن طريق اقتراح القيام بتلك التمارين بغية تطوير خيالهم الموسيقي. وبعد تقديم الاقتراح، فكرت أنه ربما كان يتوجب علي أيضاً القيام به. وقد نجحت التجربة.

سأقص عليكم حكاية طريفة تدور حول فكرة الشعور بالإلهام. كان جزء من عملي في جمعية موسيقى الحجرة يتضمن دراسة كل القطع الموسيقية وكل الأفكار المقدَّمة لاختيار ما يصلح منها. كانت الرسالة الأكثر طرافة هي رسالة جاءتني من شخص كتب يقول: «لدي قطعة رائعة لمنظمتكم، وهي قطعة خاصة بآلتي كمان، كمان أوسط viola وتشيلو. إن كان الأمر يثير اهتمامكم، الرجاء الاتصال بي مباشرة».

النظريات والعقلنة والحدس

يتطلب اختبار الموسيقى تعليق الحكم والانتظار ريثما تتَّضِح الموسيقى تدريجياً. نرى في بحث مانديلبروت (في الجزء الرابع) تداخلاً تاماً بين العلم والفن، والحقيقة هي أنني لم أستطع التفريق بين تفكير العالم الرياضي وعمله، وبين تفكير الفنان وعمله. بل إنني في الواقع، لاحظت وجود شبه حقيقي بين الصور الكسرية التي نفَّذها مانديلبروت وبين الصور المتعددة الألوان لزجاجيات ديل تشيهولي، فكلاهما، بالنسبة لي، فن. أحد الرجلين فنان والآخر عالم. وأنا بحاجة للتفكير في المدلولات.

أعتقد أن الإلهام في العلم يجب أن يكون مرتبطاً بالفهم. ومن خلال تجربتي، أستطيع القول إن الإلهام في الموسيقى قد يرتبط، وقد لا يرتبط، بالفهم، لأن ما يلهم الموسيقي بالفكرة الموسيقية هو أمر غامض في غالب الأحيان. الأمر هنا أكثر ارتباطاً بالارتباك، وقد يأتي نتيجة الشعور بالارتباك والتحدي. ويمكن أن يصح ذلك في مجال العلم أيضاً، لكنني لن أتوسع في فكرة الإلهام العلمي لأنني لا أعرف الكثير عنه. ما أود قوله هو أنني درست لدى ميلتون بابيت، الذي كان عالم رياضيات قبل أن يصبح مؤلفاً موسيقياً. ورغم أن موسيقاي تختلف كثيراً عن موسيقاه، إلا أنني تعلمت منه الكثير بشأن التفكير بالموسيقى.

أَصْغِ إلى العالم من حولك
دون أن تحاول التعرف إلى مصادر الصوت

وعندما تتحرر الأصوات من أسمائها، فإنها تتكشف عن غموض.

ولا أعني هنا فقط تغريد الطيور ولا إيقاع قطرات المطر،
بل إن همهمة الأنشطة البشرية،
وجَلَبة ما صنعناه من اختراعات،
إذا ما سُمعت دون تحديد أسمائها
ضمن تركيبة فسيفسائية هائلة،
فإنها تكشف عن الغموض الذي يلف كل الموسيقى.

بروس أدولف، 1996

كان أفضل درس تعلمته من ميلتون بابيت ـ وهو لا يتذكر

القصة برمتها ـ حادثة جرت قبل عشرين سنةً في جيلار. وقد جرت الحادثة في ندوة المؤلفين في جيلار في أوائل السبعينيات، فقد كانت هناك حلقة دراسية يشرف عليها موسيقي مرموق كان يَدَّعي أيضاً أنه شديد الشغف بالعلوم. جاء هذا المؤلف الشهير، واسمه كسيناكيس، لإلقاء محاضرة وتقديم موسيقاه في الندوة، التي كانت تضم مؤلفين صغار السن إضافة للهيئة التدريسية. كتب كسيناكيس سلسلة من المعادلات والحسابات على السبورة، وعندما امتلأت السبورة بتلك المعادلات الرياضية المعقدة، توقف وقال، «إن هذه الرموز الرياضية ستفسر الموسيقى التي ستسمعون إليها. لقد كان مصدر الإلهام بالنسبة لي هو هذه المعادلات التي تصوِّر الغازات الموجودة في الهواء، كما أن تجارب طفولتي في اليونان كانت أيضاً مصدراً للإلهام».

أصغيت إلى الموسيقى وأحببت تلك القطعة كثيراً. لقد استطعت أن أفهم طفولة هذا المؤلف في اليونان، كما استطعت أن أميّز عناصر كثيرة عالية التجريد وعناصر مُسْتَخلَصة من الإيقاع اليوناني وقد اجتمعتْ في كلٍ واحد. ولكن لم تكن لدي أدنى فكرة عما تعنيه تلك الأرقام الموجودة على السبورة، فلم يحمل أي منها أي معنى بالنسبة لي. لكنني كنت أعلم أنني سأذهب لأحضر درساً لدى ميلتون بابيت بعد ذلك مباشرة.

بعد الندوة، سألت أستاذي، ميلتون بابيت، عن المعادلات. كان بابيت عالم رياضيات وكان معروفاً بإعجابه الشديد بالتعقيد

العددي. ابتسم ابتسامته المرتبكة، واحمر وجهه كعادته عندما يوجَّه إليه سؤال كهذا، ثم قال: «بروس، الأرقام كلها خاطئة».

بروس أدولف، 1996

سألته، «ماذا تعني بأن الأرقام كلها خاطئة؟. .» قال، «الحسابات كانت خاطئة، خاطئة تماماً». شعرت بالذهول وبضيق فعليّ، وسألته، «هل يعني ذلك أن هذا المؤلف المشهور هو إنسان محتال؟. .» قال ميلتون: «لا أبداً، كسيناكيس لم يقل أنه فهم تلك الحسابات، كل ما قاله أنها كانت مصدر إلهام بالنسبة له».

هناك أشياء كثيرة شكّلت لي مصدراً للإلهام دون أن أفهمها، وهذا الشعور يساعدك على أن تؤلف الموسيقى. إن أحد أكثر الأشياء إلهاماً للموسيقى هي اللحظة التي تستطيع فيها استرجاع الشعور الذي كان ينتابك عندما كنت طفلاً تعجز عن فهم الأمور من كافة جوانبها.

لا شك في صحة الفكرة القائلة إن فهم جبل، والشعور بأنه مصدر لإلهامك، هما أمران مختلفان تماماً. لقد كان الإلهام يأتيني من الأنهار والسماء وحركة المرور وأشخاص مختلفين، وليس لأي من تلك الأمور علاقة بالفهم. لكن دراسة قطعة موسيقية يمكن أن تؤدي إلى نوع من الفهم الذي يستطيع بدوره أن يؤدي إلى الإلهام. إن اكتشاف التفاصيل الموسيقية الدقيقة التي ترتبط بالتراكيب التقليدية الأكبر منها في عمل لباخ أو لبيتهوڤن، قد يبعث في الإنسان موجة من الطاقة والرغبة بالتأليف.

كما أن فهم الكيفية التي تم بها تحطيم تقليد ما أو إعطاؤه معنى

جديداً في موسيقى موتزارت، يعتبر أيضاً شعوراً استثنائياً.
إن الفهم غالباً ما يكون شيئاً مرتبطاً بالملاحظة وتحديد الاسم.
أما الإلهام فهو غالباً ما يرتبط بالرؤية دون تحديد الاسم. هذه
الفكرة بسيطة لدرجة الغموض.

بروس أدولف، 1996

تتحول الموسيقى إلى مصدر ضجر للمؤلف، وذلك إذا كنت تعمل فقط ضمن مجال الأسلوب الموسيقي مأخوذاً به وناسياً كل ما يتعلق بالإلهام. وكما قال أوسكار وايلد في مسرحية The Importance of Being Earnest: أنا لا أستطيع أن أعزف بدقة ـ بإمكان أي شخص أن يعزف بدقة ـ لكنني أعزف بتعبير رائع. وفي ما يخص آلة البيانو، فإن النغمة الشديدة Forte التي أعزفها هي العاطفة. العلم احتفظ به للحياة. «أود أن أسألك»، هل سمعت بعازف بيانو «لا يملك سوى أصابعه، وروحه خاوية»؟..

وهنا أرغب في أن التذكير بأن ما أقصده بالأسلوب، أي الأسلوب الجيد، هو أن يكون بإمكانك كمؤلف موسيقي أن تفعل بالصوت ما تشاء وما تفكر به. أي أن يَسمح لك الأسلوب الجيِّد، كفنان، بأن تفكر بلغة الصور المرئية. لكنك إذا سمحت للأسلوب بأن يطغى عليك، كفنان، أصبح الأمر عبثياً تماماً. عندما تزداد أهمية الأسلوب بالنسبة للفنان، فإنه يصبح مدمراً من الناحية الفعلية.

يخطر في بالي الآن مؤلفين طغى عليهم الأسلوب، وكان

لابد من انقضاء فترة من الزمن قبل أن يتمكنوا من تأليف قطعة موسيقية جيدة فعلاً. وهم يتعرضون لضغوط من قِبَل أقرانهم أو من قِبَل المؤتمرات كي يقوموا بإقناع الناس بأن موسيقاهم قد تم تأليفها، بالكامل، بوسائل رياضية. هناك دائماً ظل من الحقيقة في أسلوب تناول الموضوع بهذا الشكل. وقد عبَّرت فرانسواز جيلو عن هذه الفكرة بشكل جيد عندما قالت إنها تستطيع تفسير لوحاتها بعد الانتهاء من رسمها. بالنسبة لي، تُعتبر فكرة «بعد الانتهاء» هذه أكثر سهولة. وأنا أعرف كثيراً من المؤلفين ممن بإمكانهم وضع معادلات رياضية وهمية مُستَخْلَصة من قطعهم الموسيقية، وذلك بعد الانتهاء من تأليفها. وهناك من يقوم بشيء مشابه قبل التأليف، لست واحداً من هؤلاء. أنا أختلف عنهم كثيراً. لكن ميلتون بابيت، الذي يقوم مسبقاً بوضع مخطط لقطعه الموسيقية، كان يحاول إقناعي من حين لآخر، بأن طريقتي في التأليف لا تختلف كثيراً، وبأن الأمر لا يعدو كونه تركيبة ذهنية مختلفة.

الأمر المهم هنا هو تحرير الخيال. على المدرِّسين أن يقوموا بتدريس ما هو أكثر من المناهج والطرق والأساليب. عليهم تحدّي الموسيقيين أن يحرروا خيالهم.

كيف يفكر المؤلفون الموسيقيون

المؤلفون الموسيقيون يفكرون عبر الصوت. إن العالم الذي نعيش فيه هو عالم لفظيّ إلى حد كبير. عالم يضطر فيه

معظم المؤلفين الموسيقيين، من حين لآخر، إلى أن يدرسوا أو يكتبوا مقالات حول الموسيقى ليتمكنوا من كسب رزقهم. وبالتالي ينتهي بهم الأمر لأن يصبحوا مَهَرة بتفسير الأمور للآخرين. لكن تلك الكلمات لا دور لها في عملية تأليف الموسيقى بشكل فعلي، وإذا أصبح لديها مثل هذا الدور، فإن النتيجة هي عمل يبعث على الشعور بالإحباط.

هناك فرق بين ما أدعوه بـ «أداء عمل» وبين التعبير عن فكرة شخصية وشديدةِ الخصوصية لدى تأليف الموسيقى. تأليف موسيقى فيلم، مثلاً، لا تُعتبر بالنسبة لي تجربة شديدة الخصوصية، فأنا أقوم بتجميع قطع كما تُرَكَّب الآلة، ومن ثم أُلْحِقُها بشيء ما. لقد توقفت عن القيام بهذا النوع من العمل، لكنني عندما كنت أكثر حاجة للمال، قمت بتأليف كثير من ذلك النوع من الموسيقى وبخاصة للمسرح، حيث كنت أجمع الأشياء إلى بعضها كيفما اتفق بشكل مؤلَّفات صغيرة.

لا يساورني الشعور بالندم لأنني، خلال ذلك المسار، تعلمت الكثير من عملية تأليف الموسيقى. لكن يكمن الفرق في أنني لم أهب نفسي كلياً لذلك النوع من العمل. ويطلق الموسيقيون على ذلك اسم «أداء عمل» بالنظر لعدم وجود مخاطرة تتعلق بالتعبير عن الذات. إن قطعة موسيقية تنبع من داخلي مباشرة لا تُعتبر «عملاً» بحال من الأحوال، ورغم أن التأليف هو عمل شاق، إلا أنني لا يمكن أن أطلق عليه لقب مهنة بهذا المعنى.

لقد دفعتك للإصغاء

إلى موسيقى العالم من حولك
وإلى العالم كما يتكشَّف عبر الموسيقى.
الموسيقى ليست مشاعر فحسب:
إنها شكل التجربة وقالَبها
إنها الفراغ بين الكلمات وبعدها
هي أصداء الأحلام
ومحور الطاقة
ورنين الفاعلية،
الموسيقى هي خلاصة كل ذكرياتنا
حتى المنسيّة منها،
فهي تُبعَث بشكل إيماءة وتغير في الصوت
لتسبغ شكلاً على الذاكرة ذاتها.

بروس أدولف، 1996

هناك أنواع مختلفة من المؤلفين الموسيقيين. هناك مثلاً مؤلفين من نوع جاناسيك أو بارتوك ممن يتكلمون مباشرة عبر الموسيقى، من أعماق اللاوعي. إنك قد تصاب بصدمة عندما تعرف أن أرنولد شوينبرغ، بعد أن ألف الكثير من الموسيقى، لم يكتشف سوى موسيقى ذات 12 نغماً. هذه حقيقة موثَّقة اعترف بها هو نفسه. ولم يضع شوينبرغ نظرية يصف بها، عن طريق الكلمات، عالم الصوت الذي عثر عليه إلا بعد أن انتهى من تأليف أعماله. وما زال على الناس أن يتساءلوا عما إذا كانت قطعة ما من تأليف شوينبرغ هي موسيقى ذات 12 نغماً أم لا. هناك بعض القطع القديمة الشهيرة التي تبدو وكأنها متأصلة

في نظريته المتعلقة بالنغمات الإثنتي عشرة، لكنها كُتبت قبل أن يطوّر هو تلك النظرية. إن شوينبرغ قد فهم إنجازاته بشكل لا واع، لكنه كان بحاجة لاستنباط نظرية واعية بإمكانها أن تشرح ما كان يعرفه هو وما كان قد طوّره.

كان ديبوسي يصغي إلى الظلال،
كان يسمع صوت الضياء
وهو يلعب بصفاء وألَق على العشب، على الماء،
على أشياء غامضة ليس لها اسم.

وبإشارات خفية إلى مسرّات سرية
دقيقة وإن كانت مراوغة،
كشف عن تناغمه الشخصي.

بروس أدولف، 1996

من الناحية الجوهرية، يُعتبر سترافنسكي ضمن مجاله، من نواح عدة، شخصاً أقل ثورية إبداعية مما نعتقد في الغالب. لن أسترسل في الحديث عن سترافنسكي، لكنني أود القول إنه كان واعياً لذاته وإنه كان يؤلف مهتدياً بأعمال الآخرين. كان ريمسكي ـ كورساكوف وديبوسي كشوينبرغ، أكثر حدساً وبدهية.

إن ذلك لا يقلل، بأي حال، من شأن سترافنسكي، الذي كانت عبقريته من نوع مختلف وأكثر انفتاحاً. ويؤكد ذلك فكرة أن المؤلفين الموسيقيين يعملون بطرق كثيرة مختلفة، لكن

الرابط الذي يجمع بينهم هو أنهم جميعاً يفكرون عبر الصوت.

فهم رموز الرسالة التي تحملها الموسيقى

الموسيقى ليست أبداً مجرد معلومات.

بروس أدولف، 1996

سأشرح الآن تمريناً قام به أحد التلامذة كانت نتيجته مثيرة للاهتمام. كنت قد بدأت سلسلة من الحلقات الدراسية في معهد جيلار، كانت إلى حد ما دروساً لنيل درجة الماجستير رغم أنها لم تكن تبدو ظاهرياً بهذا الشكل. كنت مثلاً أحاول أن أساعد التلاميذ على رفع سوية العزف على آلاتهم، في الوقت الذي لم أكن فيه أنا أعزف على تلك الآلات. بدا الأمر مروعاً في البداية، لكن هذه التجربة جاءت ببعض الأمور التي تثير الاهتمام.

بدأ أحد التلاميذ بعزف حركة منفردة على الكمان من تأليف باخ. أنا لست عازف كمان، ولم تكن لدي أية اقتراحات فنية أقدمها، وبخاصة لشخص كان يعزف الكمان بذلك الشكل الرائع. كما أنني لم أكن أود مناقشة أسلوب باخ، لأن ذلك لم يكن أحد أهداف الدرس ولأن الطالب كان لديه مدرّسه الخاص. قلت له «دعنا نضف شيئاً من الخيال هنا. عندما تعود لعزف الموسيقى خلال دقائق، تخيل أنك جاسوس متخفٍ بصورة عازف كمان، وبأنك على المسرح تعزف هذه القطعة. أنت تعرف أن هناك رسالة خفية متضمَّنة في هذه القطعة ستؤدي

إلى إنقاذ حياة الناس إذا استطاع شخص ما من بين جمهور النظارة فهمها. أنت لا تعرف ما هي الرسالة. أنت تحملها فحسب، أنت الجاسوس. وإذا ألقي القبض عليك، فإن معرفتك بالرسالة لن تكون بالأمر المحبَّب. وهذا هو السبب في أنك لا تعرفها». وقف الشاب طويلاً وعلى وجهه سيماء الجد. ولحسن الحظ كان الشاب موهوباً ولولا ذلك لبدا الأمر بكامله رهيباً. فكّر قليلاً ثم عزف الموسيقى ثانية. كان من المستحيل إدراك ماهية الشيء المختلف في أدائه هذه المرة، لكن الموسيقى كانت أفضل. شعر الجميع بذلك وصفقوا له طويلاً. سألته: «بماذا أحسست؟ . . »، قال، «هذه المرة، كان إحساساً بالأهمية الفائقة للأمر لأنه يحمل سمة الحياة أو الموت». وكان جوابي، «سأطرح عليك سؤالاً، هل هناك رسالة ما متضمَّنة في الموسيقى؟ . . » أجاب، «نعم».

أحد الموسيقيين العظام، الذين كان لي شرف أن أكون من طلابهم في معهد جيلار، قال لي مرة ـ وهو قول قد يبدو الآن سخيفاً لكنه قال لي ذلك في وقت مناسب من عمري ـ لقد سمعت سيمفونية بيتهوفن الخامسة للمرة الأولى، «ثانية». لقد حذرتكم من أن ما سأقوله قد يبدو سخيفاً وأعتقد أنكم قد فكرتم بذلك أيضاً في قرارة أنفسكم. لكن الفكرة مهمة. ما رمى إليه ذلك الموسيقي هو أن بإمكانك سماع قطعة موسيقية عظيمة باستمرار والإحساس بنفس الإثارة في كل مرة كما لو أنك تسمعها للمرة الأولى. وإذا ماشعرت بالملل، فدع

الموسيقى وشأنها لأنك بذلك ستعود لاكتشافها من جديد. وبعبارة أخرى، بإمكانك أن تمارس ألاعيب مع ذاكرتك.

بإمكانك حفظ السيمفونية الخامسة لبيتهوڤن عن ظهر قلب ودراسة كل ما يتعلق بها. وبإمكانك أيضاً نسيان الموسيقى، وسماعها مجدداً في وقت لاحق، والإحساس بما تحمله من إلهام. قد يكون ذلك في حفل موسيقي حي، تشعر فيه بأن هناك تغييراً لا يكاد يظهر، يجعل منها شيئاً يختلف إلى حد ما عن القطعة الأصلية، هي قريبة بعض الشيء، لكنها تحمل شيئاً مختلفاً. إن هذا الاختلاف البسيط الذي يحدث نتيجة أسلوب أداء العازفين وخصائص انتقال الصوت في القاعة، قد يكشف عالماً جديداً بالكامل، رسالة جديدة بالكامل

ليس بإمكان جميع القطع الموسيقية القيام بذلك. نحن نرى، لسوء الحظ، أن بعضاً من أشهر الأعمال وأكثرها شعبية لمؤلفين مثل موتزارت، لا تمر بمثل هذه التحولات الدراماتيكية. لكن هناك أعمالاً كثيرة أقل شعبية لموتزارت، مثل الخماسية الوترية من مقام G minor ، يمكن لها أن توحي بالأحاسيس إلى مالا نهاية.

عرض فكرة مجرَّدة ضمن بنية منطقية

سأتحدث الآن قليلاً عن كيفية إحساسي بالإلهام الذي دفعني لتأليف قطعة معينة اسمها «الانعطاف، العودة» Turning, Returning (خاصة بآلتي كمان، كمان أوسط وتشيلو). وكسائر

القطع التي ألّفتها، جاء الاسم فيما بعد. لم أشأ أن أدعوها «الرباعية الوترية رقم 2» فالناس لم يعودوا يحبون أسماء من هذا النوع لأنهم يتصورون عندها أنك شخص ممل وبالتالي فإن موسيقاك مملة. إن الاسم الذي أطلقته عليها مناسب بالنسبة لي لأنه يعبِّر عن شيء ما في ما يتعلق بتلك القطعة. كما أنه، بالإضافة لذلك، يقول شيئاً يتعلق بسائر القطع الموسيقية.

بعض الأفكار هي أشبه بالهبة ويأتي هذا النوع من الإلهام، عادة، بشكل تلقائي دونما عناء. بإمكاني أن أجعله يحدث، لكن الإحساس يتغير عندها، كما أنه عندما يأتي قسراً يفقد شيئاً من ميزته. كان ليونارد بيرنشتاين يردد دائماً، إذا استلقيت على الأريكة وفكرت بالإلهام، هناك احتمال بأن يأتي. لقد قضيت ساعات طوالاً مستلقياً على الأريكة أقول لمن حولي، «التزموا الهدوء فأنا أعمل».

تحاول معالجة فكرة في ذهنك، كالرسام أو النحات. تتلاعب بالفكرة، ينتابك القلق بشأنها، تقلِّب جوانبها، وتنظر إليها من مختلف الزوايا. وكلما كان أسلوبك أكثر جودة بالمعنى التقليدي للكلمة، أصبحت أكثر قدرة على التعبير عن أفكارك بواسطة الصوت، وعلى إسباغ شكل على تلك الأفكار. هل تعرف ما هي المتتالية Fugue؟.. ما هي السوناتا؟.. هل تعرف كيف تكتب لحناً مصاحباً للحن آخر؟..

من الناحية الواقعية، يعتبر ذلك كله شؤوناً سخيفة لأن

بإمكانك، خلال بضع دقائق، أن تُعلِّم قالب السوناتا لأي شخص يود أن يصغي إليك. وبإمكانك أيضاً تعليم المتتالية، وهي ليست معقدة كالفكرة أو كالخاطرة. إن الناس، وبخاصة الموسيقيين منهم، يحبون أن يجعلوا منها شيئاً معقداً من أجل تدريس مناهج تبدو متعذرة على الفهم. إنها في الواقع، شيء بالغ البساطة، وتركيبها أشبه ما يكون بالشكل الكسري (انظر الفصل الخاص بماندليبروت «الكون الكسري» الجزء الرابع). إن المتتالية تصبح معقدة في مؤلفات باخ فقط، لكن الفكرة بحد ذاتها ليست كذلك. والمهم هو الفكرة، وليس الأسلوب.

اللحن والسياق والانتقال بين النغمات

إن الفرق بين الأغنية الشعبية pop song وبين، ما أحب أن أدعوه بموسيقى الفن، هو السياق. اكتب لحناً بديعاً يصبح أغنية. لكن هناك إمكانية ألا يكون لديك لحن أو أن يكون لديك لحن بديع (لا يهم)، وعندما تضع له سياقاً، أو بنية، تحصل عندها على شكل فني. ولا شك بأنك إذا جمعت مابين اللحن البديع والبنية فإن الأمر يبدو أفضل. لقد كان شوبرت قادراً على الجمع بين النغمة البديعة وبين بنية كانت تبدو وكأنها عضوية organism تتمتع بحياة خاصة بها.

لقد كانت فكرة «الانعطاف، العودة» منذ البداية، شديدة البساطة. ولم يزد ما قمت به على محاولة سحب الخيوط من الفكرة. تدور الموسيقى حول الفكرة الرئيسة دون توقف،

وتنعطف لتحاول الدوران. لقد قمت أنا بسحب الخيوط لتتطور منها القطع. ثم عاودتُ الكرة، ولكن في هذه المرة استغرق الأمر وقتاً أطول وكان أكثر بطئاً. إن كل شيء في هذا العمل ينبثق عن الفكرة الأولية، رغم أن ذلك لا يبدو واضحاً عندما تسمع القطعة لأول مرة. وهذا هو ما جعل مبدأ مانديلبروت الكسري يبعث في نفسي قلقاً عميقاً، ربما كان كل شيء يجري على هذا النسق، حتى تلك القطعة الموسيقية الصغيرة البسيطة.

تتألف القطعة من أربع حركات، وهي مليئة بالذكريات. هناك حركة تبقى دون حل تتداخل في حركة أخرى تتحدث عن الطفولة، وهذه الحركة شديدة البساطة، كما يمكنك بالطبع أن تتوقع. ثم تعود الأمور إلى الدورة نفسها من جديد وتتجمع مع بعضها في نوع من الحركة الأشبه بالكابوس، وعند هذه النقطة تنتهي القطعة.

قمت مؤخراً - وهي ليست بالطريقة العادية في تأليف الموسيقى، حتى بالنسبة لي - بتبني الفكرة التالية، وهي أنه عوضاً عن تطوير اللحن الرئيس المتكرر أو البذرة germ أو الفكرة، علي أن ألجأ إلى محاولة إيجاد سياق جديد.

لدينا هنا، إذاً، فكرة بسيطة، تتمتع منذ البداية بما يدعمها من الجانبين: المقطع ذاته يتكرر في بداية الموسيقى وفي نهايتها (الشكل 2 ـ 6، انظر الفاصلتين 1 و11) ليشير إلى وجود فكرة واحدة في المنتصف، وهذا هو ما يجعلني أدعو المقطعين

بالدعامتين الجانبيتين، ويجري احتضان الفكرة، بشكل أساسي، ضمن هذا الإطار الداعم.

تسمع إيماءة صغيرة (الشكل 2 ـ 3، انظر الفاصلة 2)، تضاف علامة عند البداية (انظر الفاصلة 4)، تضاف علامتان عند البداية (انظر الفاصلة 5). وبعد أن يتم ذلك، آخذ هذا النغم، الذي يُعتبر أساس القطعة بكاملها وأكرره، بعد أن أغير سُلَّمه درجتين (الشكل 2 ـ 3، انظر الفواصل 6، 7، 8). أضيف الإيقاع أيضاً. يبدو عندها كما لو أنك تسمع لحناً مختلفاً.

سأقدم الآن مثالاً آخر سريعاً من قطعة لا تعتبر على نفس الدرجة من التعقيد كمعظم مؤلفاتي، أطلق على هذه القطعة اسم مهرجان الصيف. ما أعنيه بهذا هو أنني لا أزال أبذل كثيراً من الجهد الإبداعي في الموسيقى وقد استمتعت بهذه التجربة. لكنني شعرت في الوقت نفسه أن الناس كانوا يمرون بمعاناة وكانوا يقررون ما ينبغي عمله، لذلك لا يمكن توجيه ضربة قاسية إلى رؤوسهم. لقد حاولت أن أجعل تلك القطع الموسيقية أكثر إمتاعاً، وشَّكلت هي أيضاً تحدياً بالنسبة لي.

القطعة التي أُخذ منها الشكل (2 ـ 4) هي عبارة عن لحن قصير (انظر الفواصل 1 ـ 3)، وجواب على هذا اللحن (انظر الفواصل 4 ـ 6)، والفكرة في هذه القطعة هي أن هذين العنصرين يترددان دون توقف ضمن سياق تناغمي يتغير باستمرار. ولهذا يتغير الإحساس باللحنين نظراً لتغير السياق.



الشكل 2 ـ 3 نسخة معدة للبيانو عن «في ذكرى...» تأليف بروس أدولف.
حقوق النشر 1993، MMB Music Inc.

كما وأقوم أحياناً بتغيير سلم جزء من القطعة. في الموسيقى التقليدية، وبخاصة النغمية tonal منها، عندما تُغيِّر سلم لحن ما فإنك بذلك تغير سلّم العمل بكامله إلى مقام Key آخر. وهنا،

بإمكاني تغيير سلم المقطع الموجود في الشكل 2 ـ 4 إلى المقام الموجود في الشكل 2 ـ 5.



الشكل 2 ـ 4 نسخة معدة للبيانو عن «كونشرتو بريدجهامبتون» تأليف بروس أدولف. حقوق النشر 1993 MMB Music Inc.



الشكل 2 ـ 5 نسخة معدة للبيانو عن «كونشرتو بريدجهامبتون» تأليف بروس أدولف حقوق النشر 1993 MMB Music Inc.

الموسيقى، إذاً، هي ذاتها، ومع ذلك فهي مختلفة. تتغير أجزاء منها، وتبقى أجزاء أخرى على حالها. إنها ليست جديدة بالمعنى الفعلي، لكنها لا تكف عن التشويق.

مسألة الأسلوب

سألت مؤلفاً موسيقياً مشهوراً ذات مرة عما إذا إن كان عالقاً في مسار يتكرر لايملك منه فكاكاً. كنت لا أزال في السادسة عشرة من العمر وكان سؤالاً يخلو من أي تهذيب. سألته، «هل تجد نفسك عالقاً في مسار يتكرر؟.. أجابني لا» وألححت قائلاً، «لكن كل هذه القطع تبدو متشابهة لدى سماعها». أجابني، «هذا هو ما يدعى بالأسلوب». وكان على حق.

هناك طرق كثيرة للإصغاء للموسيقى. إذا استمعت إلى قطعة موسيقية ثم اكتشفت بعد انتهائها أنك دخلت عالم أحلام اليقظة، أو أنك قد استوعبت تأثيرها بالكامل، فإن ذلك ليس بالأمر الغريب. كما أنه ليس من الغريب أيضاً أن تستوعب التأثير الكامل دون أن تكون مصغياً بدقة، ومن ثم تُكوِّن رأياً راسخاً في ما استمعت إليه. والواقع أن ذلك يمكن له أن يكون مهنة. وأنا لا أمزح هنا.

الارتجال

أنا لا أرتجل كثيراً، هناك أناس يقومون بذلك، لكنني عندما أكون بصدد تأليف عمل موسيقي، فأنا كثيراً ما أرتجل

داخل ذهني، أدرس الأفكار لكني لا أدونها قبل أن أنتهي من التفكير بها بعمق، إلى أن تصبح الأفكار واضحة في ذهني. إن علاقتي بلوحة المفاتيح والارتجال لا شأن لها، عملياً، بعملي في التأليف. أحب أن أرتجل موسيقى الجاز، لكنني لا أؤلف موسيقى الجاز. أنا أرتجل موسيقى الجاز لأن ذلك يمنحني شعوراً ساراً بالانطلاق، ولكنني شخصياً لست مهتماً بتأليف هذا النوع من الموسيقى.

هناك مؤلفون يعملون وهم جالسين إلى لوحة المفاتيح، ويصرّون على ذلك. وهناك آخرون ممن لا يقربون لوحة المفاتيح. والسبب في أنني لا أعمل وأنا جالس إلى لوحة المفاتيح هو أنني عندما أجلس إلى البيانو تبدأ يداي مباشرة بتأدية كل تلك الحركات والصيغ والأشياء التافهة التي كانت تقوم بها قبل تَعَلُّم العزف، والتي لا تهمني البتة. تقوم أصابعي بتأدية ذلك مباشرة. ولذلك، فأنا نادراً ما أعمل وأنا جالس إلى البيانو.

يبين الشكل 2 ـ 6 نتيجةً تثير الاهتمام لبعض اقتراحات العلامات العشوائية المقدَّمة من قِبَل جمهور من المستمعين. B وE خفيضة flat وهي أيضاً D مرفوعة sharp ، C وF مرفوعة. أخذت العلامات كما تم اقتراحها وحركتها قليلاً من وجهة نظر التأليف الموسيقي. عند الفاصلتين 1 و2 هناك نغم بالمفتاح الكبير major وآخر متناقص diminished. مع الموسيقى الموجودة ضمن الفواصل 3 ـ 6 بإمكانك أن تكون كول



الشكل 2 ـ 6 قطع متفرقة تأليف بروس أدولف، تم ارتجالها لشرح المدلولات المختلفة للعلامات العشوائية.

بورتر. كما أنني أخذت العلامات المقترحة واستخدمتها كتوزيع للصوت العميق المنخفض bass configuration ، وجعلتها منخفضة بحيث لا يمكن تمييزها إلا بصعوبة (انظر الفاصلتين 7 و8). ثم استخدمت العلامات نفسها، بعد تغيير السلم، لإضافة شيء خطيّ linear (انظر الفاصلتين 9 و10). ويمكن هنا إيجاد السياق التناغمي بأن نأخذ نغم المفتاح الكبير، الذي جرى اقتراحه بشكل عرضي، والعلامة المتنافرة معه، ونجعل منهما الفكرة الأساسية للقطعة. وهنا توقفت لأن جزءاً من

تفكيري كان مرتبطاً مباشرة بتلك العلامات، والجزء الآخر لم يكن كذلك. تفاديت وجود نفس التنافر بالنسبة لجميع العلامات. إن المؤلفين العاديين في كل المراحل التاريخية كانوا سيجدون للعلامات، فوراً، دوراً مصاحِباً ثانوياً accompaniment ، ومن ثم يتجهون مباشرة إلى العلامة المتنافرة. وبعبارة أخرى، إن عملية التأليف الموسيقي هي عملية لانهائية عند مستوى ما، وهي شديدة الإثارة وساحرة، لكن بإمكانها أن تكون تافهة مملة، لتصل العملية الإبداعية في هذه الحالة، إلى مستوى الحضيض.

إن الارتجال قد يمتد من مستويات إبداع وضيعة لدرجة لا تصدق، حيث يقوم المؤلفون العاديون «بتجشؤ» الألحان، ليصل إلى الحد الأقصى حيث يمكن له أن يكشف رؤى متألقة بالغة التعقيد، بأن يُظهر للعيان حقيقة كانت خفية. وإذا كنت سأقوم بالارتجال بأسلوب متألق مُلهِم، إنما أحاول الدخول في حالة نفسية معينة، ثم أقوم بعمل شيء ما. ولا يمكنني أن أدخل في تلك الحالة النفسية أمام الجمهور، على الأقل أمام جمهور راق من وجهة نظر الإبداع الموسيقي. إن أحد أساليب الارتجال الناجح هو أن تبدأ بالقيام بشيء تعرفه، على أمل أن يقودك ذلك للقيام بشيء لا تعرفه.

كثيراً ما أجلس إلى البيانو وأقوم بذلك. إن الفاصلة 11 في الشكل 2 ـ 9، هي إشارة تافهة تدل على أنني أعزف منذ طفولتي. أنا أبدأ بهذا الشكل دائماً. وقد يكون ذلك أسلوباً

لفتح باب أطل منه على طفولتي. إن البدء بهذا الشكل يجعلني دائماً أتذكر شيئاً ما، وهو ينقلني إلى حالة نفسية أستطيع معها إبداع شيء جديد.

المقطع الختامي

ألجأ إلى البيانو فقط بعد أن أقوم بالتأليف لأجرب الألحان، لا لأسمع كيف تبدو تلك الألحان لدى سماعها. يمكن للموسيقى أن تحدث داخل ذهنك بشكل كامل، الموسيقى شيء بإمكانك التفكير به وسماعه بخيالك. إن الحقيقة العاطفية لعملٍ موسيقي عظيم ترتبط بعلاقة وثيقة بالعالم الداخلي للموسيقى، ذلك العالم الحافل بالخيال والاكتشاف، أوما أدعوه أنا بأُذُن العقل.

كارل هـ بفننغر

الدماغ المتطور

إن السلوك بكامله هو انعكاس لوظيفة الدماغ... وعمل الدماغ لايشكل الأساس للسلوك البسيط نسبياً، كالمشي والابتسام، فحسب، بل وللوظائف المعرفية الفعالة المعقدة أيضاً، كالشعور والتفكير ونظم الشعر.

ي. ر. كانديل في كانديل وشوارتز، 1981

إدراك العقل كمفهوم

هذا الفصل مخصص جزئياً لحل اللغز المحيط بالدماغ البشري، هذا العضو المعقد الفريد، وذلك في ما يتعلق بتشريحه وفيزيولوجيته وكيميائيته. سنقوم بمناقشة إمكانات الجملة العصبية ووحداتها البنيوية building blocks وجذورها الوراثية ومرونتها، ومن ثم نستقرئ المفاهيم التي تنشأ نتيجة تلك المناقشة لنتوصل إلى الوظيفة الأرقى للدماغ. لقد قام داماسيو في الفصل الخاص به بمعالجة الموضوع ذاته انطلاقاً من الاتجاه المعاكس، فهو يبدأ بتحليل الوظيفة الأرقى للدماغ ويربطها بمعارفنا المتنامية بسرعة حول مجموعة الدارات في القشرة الدماغية البشرية. إن كلا

الأسلوبين في المعالجة يستند إلى دراسة الركيزة Substrate المادية للعقل، لكن هناك ركائز أخرى. وقد جاء في كتابات ريك وسبونز (1993)، «لا يوجد هناك إجماعٌ على أن فَهْم السلوك يستوجب دراسة الجملة العصبية».

لا شك بأن علم النفس التقليدي يؤجل (أو لعله ينكر؟. . .) التوصُّلَ إلى ربط السلوك بوظيفة الدماغ. لكن هناك تغييرات تجري ضمن هذا المجال. ففلاسفة علم النفس المعاصرين، من أمثال پول تشيرشلاند، (1981) مثلاً، يرون أن المستقبل القريب سيحمل معه إحلال علم دراسة الجملة العصبية محل علم النفس التقليدي بشكل كامل. وإلى أن يحدث ذلك، بدأ علماء النفس المعاصرون، من أمثال ستيفن بينكر (1994)، بردم الهوة التقليدية بين علم النفس وبين علم الأحياء biology عن طريق ربط تطور الوظائف المعرفية في الفقاريات vertibrates بتطور الدماغ. وكانت النتيجة ظهور «علم النفس التطوري evolutionary psychology» ، ويعرّفه بنكر بأنه اندماج علم النفس وعلم الجنس البشري Anthropology مع بقية العلوم الطبيعية، وبخاصة علم الجملة العصبية وعلم الأحياء التطوّري. لقد تنبأ داروين بالغيب.

> أستطيع أن أرى، في المستقبل البعيد، آفاقاً مفتوحة أمام المزيد من الأبحاث الأكثر أهمية. إن علم النفس سيرتكز على أساس جديد، وهو حتمية اكتساب كل طاقة وكل قوة عقلية بشكل تدريجي. كما وسيتضح أصل الإنسان وتاريخه.

تشارلز داروين، 1859

والدماغ، شأنه شأن الكومبيوتر، هو منظومة لمعالجة المعطيات، أو هو مجموعات كبيرة من هذه المنظومات. لكن التشابه، على أية حال، يقف عند هذا الحد لأن «توصيلات» الدماغ، على عكس توصيلات أجهزة الكومبيوتر النموذجية، قادرة على التكيف وفقاً للاحتياجات الوظيفية. ويُعرَف هذا المفهوم المهم باسم «المرونة plasticity». ومع ذلك فإن الحسابات الإلكترونية تقوم بدور خطير في الجهود الساعية إلى فهم كيفية عمل الدماغ. والأمر الذي قد يحمل مغزى كبيراً هنا هو أن العمليات الحسابية تكمن في لب فرع من العلوم، جديد نسبياً، وهو توليد ودراسة «الحياة الصُنْعية» artificial life، والفروع العلمية الناشئة عنه، بما فيها علم الجملة العصبية الحسابي computational neuroscience. يُستخدم الكومبيوتر في هذه الفروع من العلوم لتشكيل نماذج عن المنظومات البيولوجية بحيث تمتلك هذه النماذج بعض الخصائص الأساسية لنظيراتها في الحياة الواقعية. ويقول ديڤيد مار (1982)، إن هذا الأسلوب في مقاربة الموضوع يستخدم النظرية الحسابية في دراسة «عملية» محددة (كالإبصار، مثلاً)، حيث يجري التركيز على المسألة الحسابية، لا على «الأمور الملموسة» (أو على التوصيلات الفعلية للدماغ). صحيح أن نماذج الكومبيوتر هذه قد ترتكز على أساس خصائص دارات عصبية بسيطة تم تحليلها بشكل تفصيلي، لكنها تسعى إلى التحري عن وظيفة تجمعات عصبونية كبيرة (سيلفستر، 1993)، أو أنها قد تسعى إلى إيضاح

سلوكيات معقدة، دونما دراية بالدارات العصبونية ذات العلاقة. وبالتالي، يُتوقع من علم الجملة العصبية الحسابي أن يسهم في فَهْمنا للدماغ والعقل عن طريق ردم الهوة بين مستويي البحث: الخلوي/الجزيئي والسلوكي. وفي نهاية الأمر، سنتعرف إلى الصلة التي تربط بين النماذج المُعدَّة بواسطة الكومبيوتر وبين علم الأحياء، وذلك عن طريق الإجابة عن السؤال المتعلق بالكيفية التي تقوم بواسطتها الآلية العصبية neural machinery بإنجاز حسابات algorithms وتمثيلات representations محددَّة، تُعتبر حاسمة بالنسبة لعملية محددَّة (انظر مار، 1982).

إن تعقيدات الدماغ والسلوك واسعة إلى حد أن تعدد أساليب دراستها لا يعتبر مفيداً فقط، لكنه ضروري من الناحية الفعلية. قد يؤدي ذلك التعدد إلى التشويش والتضارب (الظاهري) ولكن، وبمرور الوقت، سوف تميل تلك الأساليب إلى التقارب والالتقاء. وإذا كان لنا أن نتوصل إلى فهم العقل وقدراته الإبداعية، فلا بد من تركيب المعطيات التي تم الحصول عليها عند كل المستويات، في مجموعة واحدة مترابطة من المفاهيم.

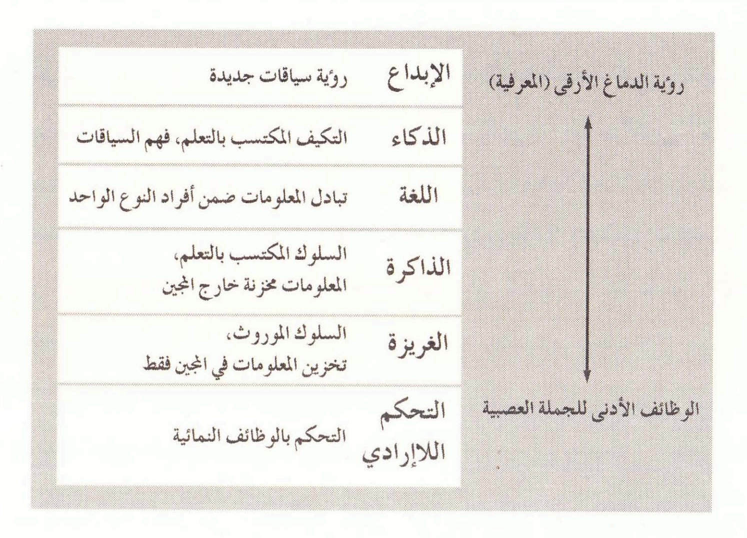
وظائف الجملة العصبية

الجهاز العصبي مُهيأٌ بحيث يقوم بمعالجة المعلومات وتخزينها. وظيفته هي تنظيم استجابات العضوية لبيئتها الخارجية ووسَطِها الداخلي. فعلى سبيل المثال، تميِّز الجملةُ البصريةُ

لحيوانٍ ما عدواً، تجري معالجة هذه المعلومة في الدماغ وتفسيرها بحيث تكون نتيجتها ردّ فعل الهرب. الركض الذي يجيء نتيجة رد فعل الهرب يزيد من استقلاب الحيوان، وبالتالي، تكون استجابة العضوية هي زيادة معدل تنفسها وضربات قلبها، وهنا أيضاً، تقوم الجملة العصبية بتنظيم هذه الزيادة.

وبتوالي التطور، اضطلعت الجملة العصبية بوظائف ذات تعقيد متنامٍ باستمرار، بحيث إننا نستطيع حالياً تمييز عدة مستويات مختلفة من الفعالية لدى أنواع الحيوانات الأكثر تطوراً ولدى الجنس البشري (انظر أيضاً الفصل الخاص بداماسيو). ويمكننا تمثيل ذلك بشكل تسلسل هرمي مؤلف من طبقات أو سلم تكمن فيه الوظائف النمائية vegetative عند القاعدة، تليها الغرائز، فالسلوك المُكتسَب بالتعلُّم، فاللغة، فالذكاء، ويتربع الإبداع على القمة (الجدول 2 ـ 2).

وكما سنرى لاحقاً، فإن هذا التسلسل يعكس، على الأرجح، ظاهرة تطورية. فالمستوى الأدنى من العمل operation ، الذي يُعتبر أساسياً لسلامة العضوية، هو التحكم بالوظائف النمائية، كتنظيم ضغط الدم ومعدل ضربات القلب الخ. . . وهذا هو ما تقوم به الجملة العصبية في الحيوانات الشديدة البدائية. لايخفى بالطبع أن السلوك يشغل الدرجة التالية من السلم. هناك نوعان شديدا الاختلاف من السلوك. «الغريزة»، وهي شكل من السلوك الموروث، يتميز بالافتقار



الإبداع	رؤية سياقات جديدة
الذكاء	التكيف المكتسب بالتعلم، فهم السياقات
اللغة	تبادل المعلومات ضمن أفراد النوع الواحد
الذاكرة	السلوك المكتسب بالتعلم، المعلومات مخزنة خارج المجين
الغريزة	السلوك الموروث، تخزين المعلومات في المجين فقط
التحكم اللاإرادي	التحكم بالوظائف النمائية

الجدول 2 ـ 2 التسلسل الهرمي لوظائف الجملة العصبية

إلى التكيف مع ظروف محددة. والمعلومات اللازمة لعمل تلك الغرائز موجودة في المجين Genome بشكل رموز. فالعنكبوت لا يتعلم من والديه كيفية صنع الشبكة، إنه سلوك غريزي. وهناك مثال آخر معروف وهو سلوك التزاوج لدى سمكة «أبو شوكة» stickle back ، فالأنثى قد تتبع نموذجاً بدائياً لا فائدة منه لذكر مادام أنه يحمل خاصية احمرار البطن التي تميز الذكر المتأهب للتزاوج. إن التكيف، في السلوك الغريزي، نادر، هذا إن وجد على الإطلاق.

«السلوك المكتسب بالتعلم» والذاكرة، وهما يتفوقان على الغرائز في الأنواع التي بلغت درجة أعلى من التطور كالثدييات والطيور. وهذا النوع من السلوك يسمح للحيوان بتكييف سلوكه

حسب ظروف معينة. فالكلبيات canines مثلاً، يمكنها أن تتعلم المهام المعقدة التي يقوم بها الكلب المرشد. إن التعلم والذاكرة هما تطوران بالغا الأهمية في وظيفة الجملة العصبية، ويعتبر تطورهما إنجازاً بارزاً للطبيعة سمح للعضوية بالاحتفاظ بالمعلومات خارج المجين، أي في الجملة العصبية. قبل الذاكرة، كان الموقع الوحيد الذي تستطيع فيه العضوية تخزين المعلومات هو الشيفرة الوراثية، تسلسل الـ د. ن. أ. لكن تخزين المعلومات في المجين هو بالضرورة، أمر بالغ البطء. فهو يتطلب حدوث طفرات mutations ، وهي عشوائية، كما أنه يتطلب عملية الاصطفاء الطبيعي التي تستغرق آلاف وملايين السنين. وبالمقابل، يمكن لجملة عصبية متطورة أن تكتسب معلومات جديدة، وأن تجمعها وتستخدمها خلال وقت قصير جداً.

تعتبر اللغة، وهي المَقْدِرة على تبادل المعلومات بين أفراد النوع الواحد، خطوة هامة باتجاه الأعلى انطلاقاً من الذاكرة البسيطة، لأنها تسمح لأفراد النوع الواحد بنقل المعلومات التي اكتسبوها إلى أقرانهم وإلى الأجيال التالية. ولا تخفى الميزة هنا: فإشراك الفرد للآخرين في تجربته، بواسطة الكلام، يوفر عليهم ضرورة مواجهة المصاعب ذاتها أو إعادة اكتشاف المعارف. ولهذا، يجب ربط اللغة، بشكل وثيق، بتطور المجتمع البشري ككل. أما الذكاء، ويشغل موقعاً قريباً من قمة سلم وظائف الجملة العصبية، فهو يتجاوز مجرد تخزين

المعطيات. ويمكن تعريفه بأنه تكيف مكتسب بالتعلُّم مع وقائع لم تكن متوقعة سلفاً ضمن البيئة، وإدراك سياق الوقائع ضمن البيئة التي نعيش فيها، والروابط التي تجمعها. وبالتالي، فإن الذكاء يستلزم معالجة مجموعات كبيرة من المعطيات ودمج هذه المجموعات مع بعضها البعض.

وأخيراً، يتربع الإبداع على قمة التسلسل. يتضمن الابداع رؤية أو تحديد سياقات مبتكرة بين الحقائق الموجودة في عالمنا الخارجي أو في عالمنا الداخلي، سياقات لم يكن قد تم التعرف إليها سابقاً. ويتطلب هذا قيام العقل بربط صور متنوعة لا تجمعها علاقة ظاهرية، وبالتالي، فهو يمثل مستوى أعلى من قدرة الجملة العصبية على الدمج. كيف يمكن ربط هذه المفاهيم بعلم دراسة الجملة العصبية الحديث؟...

يأتي الجواب من حقيقة أن بالإمكان إعادة رسم التسلسل الهرمي لوظائف الدماغ، المبين في الجدول 2 ـ 2، على أساس مقياس زمني كي يعكس المراحل التطورية. فالسمك، مثلاً، يُظهر سلوكاً غريزياً بدائياً وهو ذو قدرة محدودة على التعلم. ونرى، في المقابل، أن الطيور والثدييات، وبخاصة الرئيسات primates منها، تتمتع بقدرة على التعلم أكبر بكثير. إن التطورات الحاصلة في وظيفة الدماغ لدى الفقاريات تسير بشكل موازٍ للتطور الكبير في القشرة الدماغية، التي تعتبر نسبياً جزءاً ثانوياً من الدماغ لدى السمك بينما تشكِّل التركيبة الأساسية لدى الرئيسات.

يدافع بينكر (1994) عن الأساس التطوري للغة. لقد توصَّل علماء اللغات إلى نتيجة تثير الدهشة مفادها أن أصحاب اللغات المختلفة قد لا يفهمون بعضهم بعضاً، لكن اللغات نفسها تتمتع بتصميم حسابي واحد من حيث تركيب الجمل فيها. إن هذا الاكتشاف، إضافة للدراسات المتعلقة بكيفية تعلُّم الأطفال لِلُغةٍ ما (أية لغة)، يوحيان بقوة بوجود قدرة فطرية (أي موروثة) على التعرُّف إلى المعنى في تركيب الجمل وفي بنية الكلمات. ورغم أنه لابد من تعلم الأصوات والكلمات المختلفة الخاصة بمختلف اللغات، يبدو كما لو أن القدرة على الفهم موروثة عن طريق الجينات، وبالتالي، فهي تمثل مرحلة تطورية.

كيف يمكن أن يحدث ذلك؟ . . . تعتمد عملية التطور على أربعة مبادئ بيولوجية رئيسة: تناسل الأنواع procreation وانتقال الصفات المميِّزة عن طريق الوراثة heredity (بواسطة المجين، الـ د. ن. أ.)، والتنوع variance (أي الطفرات التي تطرأ على المجين)، والاصطفاء الطبيعي natural selection (أي بقاء المخلوقات الأفضل تكيفاً مع بيئة ما). وقد سبق أن ذكرنا أن القدرة على فهم اللغة تبدو وكأنها موروثة. ولبينكر (1994) رأي بهذا الشأن، ويبدو رأيه مقبولاً إلى حد ما، وهو أن الطفرات لدى الرئيسات ربما قامت بإجراء تغيير على أسلوب استخدام الدارات العصبية، التي لم تكن أصلاً ضالعة في التواصل الكلامي، وذلك لجعلها تلعب دوراً في اللغة. كما أن

الطفرات ربما كانت السبب وراء زيادة عدد تلك الدارات وإدخال التحسينات عليها. لقد ذكرنا سابقاً أن تبادل المعارف، التي جرى اكتسابها بصعوبة، بين أفراد النوع الواحد، يؤمن مزية جلية تساعد على البقاء (الاصطفاء). وبالتالي، فنحن لا نجانب الصواب عندما نعتبر اللغة والذكاء مراحل متقدمة من عملية تطورية، ونعتبر الإبداع نقطة الذروة في هذه العملية.

كيف يمكن ربط هذا المفهوم التطوري، الذي يركز على سمات الوظائف الدماغية المحدَّدة سلفاً بشكل وراثي، بالحقيقة التي ذكرناها آنفاً وهي أن الدماغ يتمتع بالقدرة على التكيف مع الاحتياجات الوظيفية؟ . . . لكي نفهم هذه المسألة المهمة، علينا أولاً تفحُّص الوحدات البنيوية للمنظومة العصبية.

عناصر المنظومة العصبية

شكَّل التعقيد الفائق للدماغ البشري، ولفترة طويلة، عائقاً مستعصياً أمام محاولة تقصِّي خفاياه. لكن أسلوب المقاربة الاختزالي reduction ـ وهو دراسة نماذج بسيطة لمنظومات قابلة للتحليل التفصيلي ـ قد سمح، خلال السنوات الخمس وعشرين الماضية بإحراز تقدم مثير. اعتمدت النجاحات، التي تحققت ضمن هذا المجال، على التطورات الحاصلة في التكنولوجيات ذات الحساسية الفائقة، التي دفعت بعلم دراسة الجملة العصبية، الخلوي والجزيئي، إلى طريق التقدم بدرجة غير مسبوقة. ورغم وجود الكثير مما ينتظر البحث والدراسة،

إلا أن هذه الطفرة في المعارف قد ساعدتنا على أن نفهم، بشيء من التفصيل، كيفية قيام العصبونات neurons بتشكيل الدارات، وكيف تتفاعل هذه العصبونات مع بعضها البعض وكيف تنقل المعلومات إلى بعضها البعض.

إن الدماغ البشري هو عبارة عن مجموعة ضخمة أو شبكة، من الدارات، تضم ما يقارب 10 بلايين خلية عصبية، أو عصبون، هذا بالإضافة لعملياتها التي لا تحصى. وتضم كلٌّ من هذه الخلايا، في المتوسط، 000 10 نقطة تشابك عصبي synapse (وهي نقاط تماس عصبية متخصصة يمكن فيها إرسال الإشارات من أحد العصبونات إلى العصبون الذي يليه). إن الإشارة التي تسري في هذه الدارات تخدم هدفين: أولهما هو نقل المعلومات، من عضو ناقل للإحساس sensor ، مثلاً، إلى عضو مستجيب effector كخلية عضلة، والهدف الثاني هو تخزين المعلومات، وهو ما اكتُشف في السنوات الأخيرة. ويبدو كما لو أن شكل سريان الإشارة يشكل سمة واحدة، على الأقل، من سمات الذاكرة الطويلة الأمد. النتيجة الطبيعية هنا، هي أن الدارات نفسها، وأعني سريان المعلومات في تلك الدارات، يمكن تعديلها modulated ، إما وظيفياً، وذلك بإبقاء الدارة على حالها دون المساس بها ليجري، بدلاً من ذلك توليفها tuning بشكل أو بآخر، أو بنيوياً، عن طريق تشكيل أو إلغاء نقاط تشابك عصبي وحلقات loops محددة في دارة ما بحيث تكون النتيجة هي عملية التذكر memorization. وتُدعى عملية تعديل الدارات

بالمرونة plasticity. وكان افتراضي سنة 1986 (بفننغر، 1986)، أن مواضع التشابه الوظيفي بين المرونة من هذا النوع أو الذاكرة، وبين مسار التطور تبدو كما لو أنها تتمتع بأهمية فائقة. وقد بدأنا، فعلاً، بفهم الكيفية التي يجري بها إنشاء الدارات العصبية خلال مسار التطور. إن جَمْع المبادئ الوظيفية والعناصر البنيوية المعروفة ضمن وحدات أكبر يسمح لنا حالياً، من ناحية المفاهيم على الأقل، بتطوير فَهم ميكانيكي لوظائف الدماغ وصولاً إلى مستوى الذاكرة. أما مستويات العمل الأعلى فتقع، إلى حد كبير، ضمن مجال عملية الاستقراء مما هو معروف عن المنظومات الأبسط. وسأقوم في ما يأتي بمحاولة تفسير لهذا الاستقراء من حيث إمكان تطبيقه على الإبداع.

علم الوراثة والتطور والمرونة

خلال مسار تطور الدماغ، يحتاج الأمر لتشكيل 10^{14} موقع تماس لنقاط التشابك العصبي (يضم كل موقع 10^{10} عصبون × 10^{4} نقطة تشابك عصبي) وآلاف الأميال من الألياف العصبية nerve fiber التي تصل بينها وبين الدارات الناتجة. وبالطبع، فإن البروتينات المكوِّنة، التي تسمح للعصبونات بتشكيل هذه الدارات، توجد بشكل شيفرة وراثية. في الأنواع البسيطة، مثل دودة Caenorhabditis elegans التي دُرست بشكل مستفيض (والتي لا يبدو أنها قادرة على التعلُّم)، تكاد الدارات العصبية لاتتغير من حيوان إلى آخر، أو يمكن القول أنها «توصيلات ثابتة» hard-wired. وبعبارة أخرى، إن مجموعة الدارات

التفصيلية الخاصة بالجملة العصبية الصغيرة للدودة، مبرمجة وراثياً. أما في دماغ حيوان فقاري على درجة عالية من التطور، فإن الحدود النظرية تجعل من تلك البرمجة أمراً مستحيلاً. فالتقديرات تشير إلى أن المجين البشري، مثلاً، يكاد لا يتسع لتشفير كل الجزيئات المطلوبة في حال كون جميع مواقع التماس الخاصة بنقاط التشابك العصبي في الدماغ، البالغ عددها 10^{14} موقعاً، محددّة سلفاً بشكل وراثي. إذاً، بالإضافة إلى البرمجة الوراثية، هناك مبادئ وظيفية أخرى يجب تطبيقها.

في السنوات الأخيرة، تم التعرف إلى عدد كبير من الجزيئات التي تساعد على تحديد أشكال التوصيل connectivity في دارات الدماغ المتطور. وهناك إجماع حالياً على أن مسارات الألياف العصبية ومبادئ التوصيل الخاصة بمجموعات العصبونات المختلفة، مبرمجة وراثياً، لكن من الواضح أن التوصيلات التفصيلية لنقاط التشابك العصبي لكل عصبون ليست كذلك، وقد تم شرح هذه النقطة الأخيرة في الكثير من الدراسات، وبخاصة في البحث الذي أجراه هوبل وويزل وزملاؤهما، اللذين نالا بسببه جائزة نوبل سنة 1981 («نظراً لاكتشافهما ارتباط تحريض البصر في الطفولة بالرؤية فيما بعد، والكيفية التي يقوم الدماغ بواسطتها بتفسير الإشارات الواردة من العين»). والفكرة الأساسية في هذا البحث هي أن الاستخدام الطبيعي والوظيفة الطبيعية للجملة العصبية المتطورة يُعتبران شرطاً مسبقاً لوضع أسس مجموعة دارات عصبية طبيعية

ووظيفة طبيعية للجملة العصبية لدى البالغ. وبعبارة أخرى، في المنظومات العصبية الأكثر تطوراً «تؤكد» الوظيفة وجود دارات صحيحة، أو أن العصبونات قد قامت بابتكار آلية تتكيف توصيلاتُها بموجبها مع الوظيفة. والدارات الناتجة عن ذلك ليست من نوع «التوصيلات الثابتة»، بل إنها مطواعة أو «مرنة».

وهناك مثال واضح وهو الحَوَل strabismus. إن سوء ترصيف malalignment العينين يعني أن مجموعتي الإشارات التي تصل الدماغ من العينين غير متوافقتين (انظر الفصل الخاص بستيفنز «الخط في مقابل اللون»، الجزء الرابع) ولا تكمِّلان بعضهما بعضاً وبالتالي تتعذر الرؤية الثلاثية الأبعاد. وإذا ما استمرت هذه الحالة إلى ما بعد مرحلة حرجة في الطفولة، فإنه لا يمكن للرؤية الثلاثية الأبعاد أن تحدث أبداً حتى ولو تم تصحيح النقص في ترصيف العين فيما بعد. إن الاضطراب الحاصل في تطور مجموعة دارات الجملة البصرية، والناتج عن الحوَل، حاد إلى درجة أنه يبدو واضحاً تماماً من الناحية التشريحية لدى حيوانات الاختبار المصابة بهذا الخلل. ولكن في حال تصحيح الترصيف لدى الطفل الأحول في مرحلة مبكرة مناسبة، فإن الدماغ يبدأ بتلقي صور متوافقة (أي مجموعتين متوافقتين من الإشارات من العينين)، كما يجري ضبط adjust مجموعة الدارات المسؤولة عن إحداث الرؤية الثلاثية الأبعاد، بحيث تقوم بإرساء قواعد الرؤية الطبيعية. هناك أمثلة أخرى كثيرة، تشير جميعها إلى هذه السمة المهمة للجملة العصبية،

وهي قيام الفاعلية الطبيعية للجملة العصبية بتشكيل مجموعة الدارات العصبية في العضوية المتطورة.

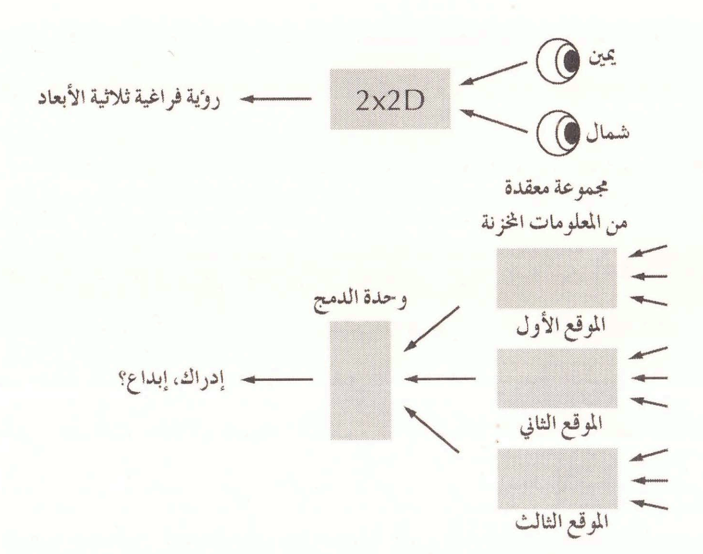
لكن مرونة الجملة العصبية لا تتوقف مع توقف التطور. فهناك تراكيب دماغية كثيرة، وبخاصة منها تلك الضالعة في عملية التعلُّم وفي الذاكرة، تستمر فيها عملية إعادة تخطيط الدارات وتشكيل نقاط التشابك العصبي وتعديلها وإلغاؤها خلال مرحلة النضوج. وهكذا تبدو الذاكرة شديدة الشبه بالأحداث التي طرأت خلال مسار التطور. ويشكل ذلك أساساً للمفهوم القائل بأن التعلُّم، في حقيقة الأمر، هو امتداد للعملية التطورية. كيف يمكن لذلك أن يوصلنا إلى الذكاء والإبداع؟. . . هنا يحين وقت الاعتماد على التعميمات وعلى الاستقراء.

الاستقراء للتوصل إلى الوظيفة الأرقى للدماغ

> [هناك]... فلسفة طبيعية جديدة، وُضعت على أساس إدراك معنى التعقيد، معنى التطور. إن المنظومات البالغة التعقيد ـ سواء أكانت عضويات أم أدمغة أم المحيط الحيوي biosphere، أم الكون ذاته ـ لم تنشأ عن مخطَّط، لقد تطورت جميعها.

جون بروكمان، 1995

مرة أخرى، نلجأ إلى الجملة البصرية كمثال. كما يتبين من الشكل 2 ـ 7 أ، تدخل مجموعتان من الإشارات البصرية، تحمل كل منهما معطيات ثنائية الأبعاد، إلى الدماغ من العينين اليمنى واليسرى. تؤدي معالجة الإشارات عند عدة مستويات من



الشكل 2 ـ 7 اندماج المعطيات في المنظومة العصبية: (أ) اندماج صورتين ثنائيتي الأبعاد لموضوع ما يعيد خلق البعد الثالث في الدماغ، (ب) اندماج معطيات مختلفة، ولكن مرتبطة ببعضها، قد يخلق أيضاً «أبعاداً» جديدة أو رؤية سياقات مبتكرة.

الدماغ واندماج تلك المعلومات، إلى رؤية ثلاثية الأبعاد أو رؤية فراغية spatial (انظر الفصل الخاص بستيفنز). إذاً، لدينا هنا مثال ممتاز عن قدرة الدماغ على إيجاد بُعْد جديد، بالمعنيَيْن الحرْفي والمجازي، على أساس الإشارات الآتية إليه. إذا طوَّرنا هذه الفكرة لتشمل مستويات أعلى، وربطناها بنقاشنا السابق حول الوظائف الأرقى للدماغ، يمكن للمرء عندها مناقشة الرأي القائل بأن فهم السياقات المعروفة وامتلاك رؤيا ووضع سياقات جديدة. وهي أمور يشتمل عليها الذكاء والإبداع، على التوالي.

تعتمد على تطوير الدماغ لأبعاد إضافية. وكما يتبين من الشكل 2 ـ 7 ب، يمكن لمجموعات معقدة من المعطيات المخزَّنة في دارات كثيرة مختلفة في القشرة الدماغية، في دماغ بارع بشكل خاص، أن تندمج بأسلوب قد يكون مبتكراً وقد يؤدي إلى رؤية جديدة لتلك المجموعات من المعطيات، أو إلى اكتشاف علاقة سببية جديدة تربط في ما بينها. إن عملية من هذا النوع هي ما يشكل قوام الإبداع.

وكما أشار داماسيو في الفصل الخاص به، يحوي دماغ الفقاريات العليا، وبخاصة دماغ الكائنات البشرية، ما يدعى بـ«القشرة المسؤولة عن الربط» association cortex، ذات التطور المعقد والمُحْكَم، وهي تركيبة تتميز بوجود توصيلات شاملة مع بقية مناطق القشرة الدماغية، وتختص بالاحتفاظ بـ «الصور الذهنية». وفي هذه القشرة، يلتقي كلٌ من استقراء المنظومات العصبية البسيطة والتحليل المباشر لوظائف الدماغ الأرقى.

وماذا بعد؟...

إذا صحت المفاهيم التي ذُكرت في هذا الفصل، كانت لذلك عواقب بالغة الخطورة: فقد يكتسب تأثير بيئة الطفل على تطور ذكائه وإبداعه، أهمية كبيرة. فإذا كانت الدارات، التي تُعتبر مهمة لاندماج المعطيات عند المستويات العليا والتي يشتمل عليها الذكاء والإبداع، إذا كانت شبيهة بالدارات التي جرت مناقشتها في الجملة البصرية، كما يبدو على الأرجح،

فإن هذه الدارات تخضع غالباً لقاعدة المرونة نفسها التي لاحظناها في الجملة العصبية وفي غيرها من المنظومات. وفي هذه الحالة، فإن البيئة التي تساعد على تحريض استخدام هذه الدارات أثناء الطفولة يُتوقع منها أن تعزِّز طاقات الدماغ الذهنية والإبداعية. ستقوم جانينا غالر بمناقشة هذا الموضوع، ولكن من زاوية مختلفة، في الفصل الآتي.

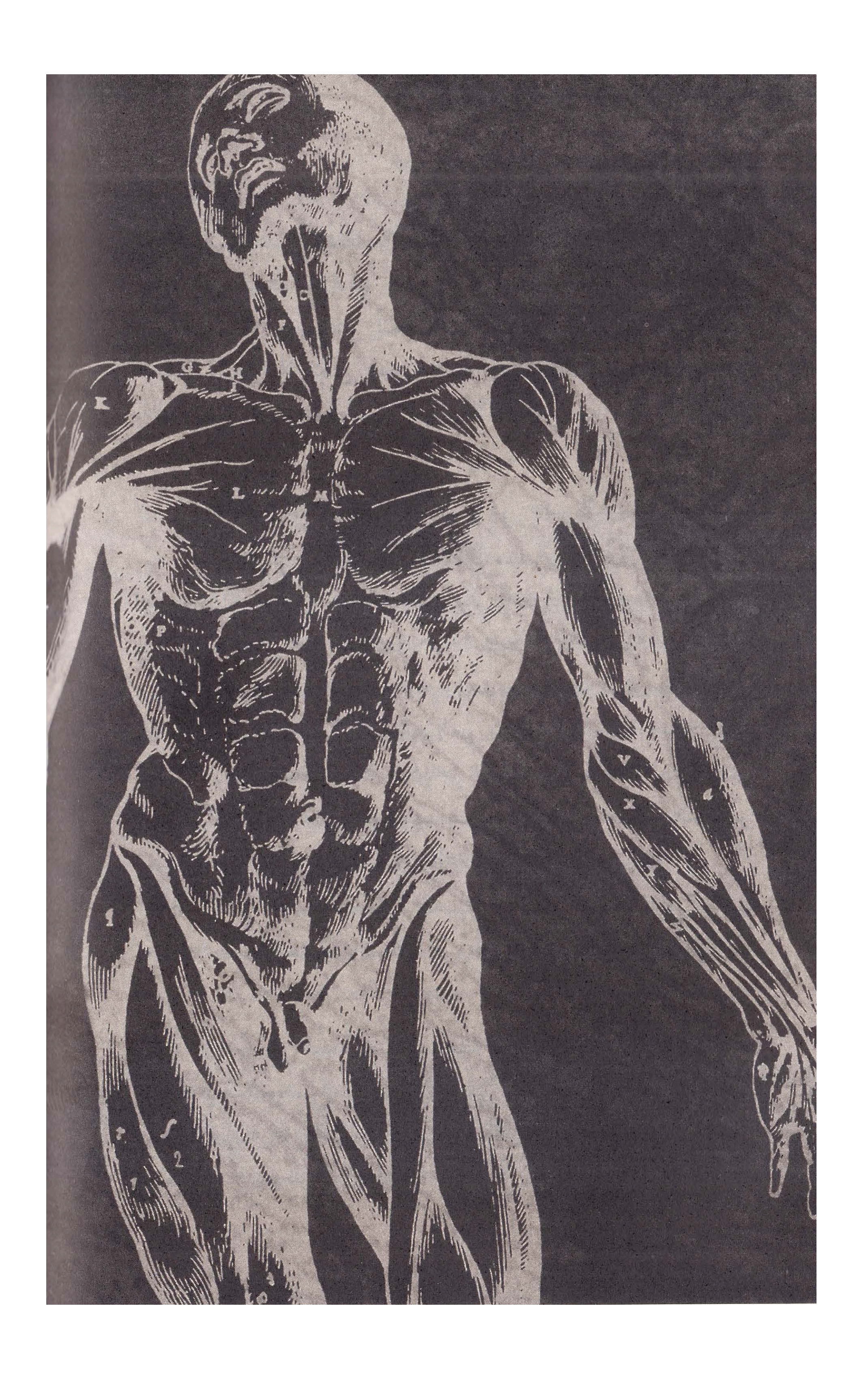
ما هو مصدر الإبداع؟... إن حقيقة أن الخلايا ونقاط التشابك العصبي وجزيئات المنظومة العصبية، كما نعرفها، هي الوحدات البنيوية البسيطة لتركيبة الدماغ، قد صارت أمراً مفروغاً منه. كما أصبح لدينا معلومات مفصلة، تتعلق بعلم تشريح الأعصاب neuro-anatomical وعلم الوظائف physiology، وهي تحدد طبيعة الإشارات ومساراتها الرئيسية لدى انتقالها من منطقة في الدماغ إلى منطقة أخرى. فنحن نعرف جيداً كيفية سريان المعطيات البصرية عبر العصب البصري وصولاً إلى النواة الركبية الجانبية nucleus lateral geniculate، وهي منطقة مركزية في الدماغ، لتذهب من هناك إلى جزء محدد من القشرة الدماغية (انظر الفصل الخاص بستيفنز). لكننا لا زلنا عاجزين عن إدراك المخططات التفصيلية لدارات المعالجة في القشرة الدماغية، كما أن درجة تعقيد هذه الأعداد الكبيرة من الدارات تثير في النفس شعوراً بالعجز.

استطعنا عن طريق أسلوب المقاربة الاختزالي (أي عن طريق دراسة المنظومات العصبية البسيطة) أن نحصل على ثروة

من المعلومات المتعلقة بالخلايا والجزيئات. هل يمكن اعتبار تلك المعطيات بمثابة اللَّبِنة والملاط لبناء ذلك الصرْح البالغ التعقيد الذي يمثل الدماغ والذي يقوم بأداء الوظائف المعرفية؟ . . . لايمكن طبعاً اعتبارها كذلك بمفردها. إن حل هذه المشكلة قد يأتي، على الأرجح، من عدة اتجاهات مختلفة، وبخاصة:

1. التطورات المثيرة الأخيرة في علم الجملة العصبية المعرفي، التي ناقشها داماسيو في الفصل الخاص به (أي امتزاج وسائل الاختبار العصبية والنفسية مع علم تشريح الأعصاب، وبخاصة وسائل التصوير الحديثة).
2. نظرية الفوضى chaos وإحدى أدواتها الرئيسية، وهي الرياضيات الكسرية، التي يمكن الاستفادة منها لفك رموز مجموعات الظواهر الطبيعية البالغة التعقيد التي تعتمد على بعضها بعضاً (انظر الفصل الخاص بمانديلبروت والفصل الختامي للكتاب).
3. علم الجملة العصبية الحسابي، الذي يساعد على تحديد طبيعة معالجة المعطيات والحسابات algorithms اللازمة لتنفيذ وظيفة دماغية معينة.

إن تجميع المعطيات المتولدة عن تلك الأساليب المتنوعة في مقاربة الموضوع لا بد وأن يؤدي بالنتيجة إلى الحصول على صورة شاملة عن الكيفية التي يقوم الدماغ بواسطتها بإنتاج عقل يمكن له أداء وظائف إبداعية.


K
L
M
P
V
X

الجزء الثالث

العقل المتكيف:
الحرمان في مقابل التحريض الخصب





جانينا غالر

التجربة المبكرة

يأتي الإبداع من الكينونة الداخلية للإنسان. وإذا كان هذا الإنسان يفتقر إلى الثقة والأمل، فإن مهمة تربية طفل يمكن لها أن تصبح مهمة عسيرة، بل مهمة لا تطاق.

د. غولمان، ب. كوفمان وم. راي، 1992

إن تأثيرات المواد الغذائية على السلوك، سواء منها التأثيرات القصيرة الأمد أم الدائمة، هي أكثر خطورة لدى الأطفال منها لدى الراشدين، وذلك لأنه قد تم التأكد من أن العضوية في طور التطور تكون أكثر عرضة للأذى الناجم عن نوع الغذاء، من العضوية الناضجة.

ل. س. كرينتش، 1990

إن من المسلَّم به تماماً، في الوقت الحالي، الفكرة القائلة إن مستوى النمو والتطور الذي يصل إليه أطفال مجتمع ما، هو خير مؤشر على المستوى العام للتطور الثقافي والاقتصادي للمجتمع والدولة ككل.

ل. سينيستيرا، 1987

العوامل البيئية وأثرها على تطور الدماغ والسلوك

قضيت أكثر من خمس وعشرين سنةً في دراسة معاناة الأطفال، الذين ينشئون بداية في بيئات محرومة، من كلٍ من الفقر وسوء التغذية. وقد أتاح لي عملي أن أرى، من خلال منظورٍ تطوري developmental، كيفية أداء الدماغ والسلوك والأطفال ضمن سياق بيئات مختلفة، والكيفية التي تعدِّل بها هذه البيئات من المرونة السلوكية لدى الأطفال (أو من قدرتهم على التكيُّف). كما أن عملي أمدّني بنظرة ثاقبة بشأن الكيفية التي يؤثر بها سوء التغذية، في وقت مبكر من العمر، على عملية التعلّم وكيف يكون لتجارب الطفولة المبكرة تلك تأثير عميق ومديد على التطور العقلي.

في الماضي، لم يكن يُكتب للغالبية العظمى من أطفال العالم، ممن كانوا يعانون سوء تغذية بالغ الخطورة، حظ في البقاء على قيد الحياة. وكانوا عادة إما أن يموتوا أو أن يعانوا عواقب خطيرة يندر الشفاء منها. وبفضل التقدم التدريجي في الصحة العامة وفي الطب بدأت تظهر فئة جديدة من الأطفال، وهم الناجون من سوء التغذية ومن المشاكل الاجتماعية والاقتصادية المصاحبة لها. وفي وقتنا الراهن، تراوح نسبة الأطفال الذين تعرضوا لتأثيرات سوء التغذية ما بين 40 ـ 60 ٪ من أطفال العالم. وحتى في الولايات المتحدة، يوجد عدد كبير من الأطفال في المدن النائية والمناطق الريفية ممن يعانون هذه المشكلة بالذات. إن مشكلة سوء التغذية لدى الأطفال لا توجد

فقط في الدول النامية، بل إنها تؤثر على المجتمعات على نطاق عالمي.

إن ثلاثاً إلى سبع بالمئة من مجموع حالات سوء التغذية هي حالات شديدة. غير أن معظم الحالات السائدة تُعتبر حالات معتدلة ولا تتضح دائماً للعين المجردة. تبدأ المرحلة الحرجة - أي مرحلة التأثير الأقصى - التي يؤثر خلالها النقص الغذائي على الطفل، تبدأ في الثلث الثاني من شهور الحمل وصولاً إلى السنتين الأوليين من عمر الطفل. لقد أوضح الباحثون، مثل غرينو (انظر الفصل الخاص ببفننغر، الجزء الثاني) أن الدماغ يتمتع بقدرة هائلة على التطور والتغيير خلال معظم سني الحياة، بل حتى مرحلة التقدم في العمر، في واقع الأمر. ومع ذلك، فقد أظهرت الدراسات التي قمت بها أن العوامل البيئية تتمتع بالتأثير الأكبر، حيث يمكن أن تكون العواقب وحالات العجز ذات طبيعة مستديمة خلال هذا العمر الغض المبكر، عندما يكون نمو الدماغ وتطوره في أسرع حالاتهما.

ولكي أوضح وأشرح مشاكل سوء التغذية في الطفولة، وأبيّن كيفية التغلب عليها، سأناقش سلسلة من ثلاث دراسات أجريتها خلال العقود الثلاثة الماضية. ومن ثم سأناقش نواحي التدخل لحل المشاكل بالإضافة إلى مناقشة التجربة المبكرة.

نموذج الجرذ

يجري عادة استخدام حيوانات كنماذج لدراسة المشاكل البشرية، كسوء التغذية خلال الطفولة على سبيل المثال. في ما

يتعلق بالظرف البشري، من الصعب عزل مشكلة سوء التغذية، بحد ذاتها، عن غيرها من العوامل نظراً لأنها تتواجد جنباً إلى جنب مع الفقر ومع أنواع أخرى من الحرمان البيئي والأمراض المعدية. إن تضافر هذه العوامل يجعل الصورة أكثر تعقيداً. غير أنه في ما يتعلق بالنماذج من الحيوانات، يستطيع المرء التحكم بتلك العوامل بشكل تجريبي.

> وحتى أكثر التحليلات تعقيداً وتعدداً في ما يتعلق بالعوامل، لا يمكن له أن يُشكِّل البديل من الاختبار التجريبي للفرضيات، ولا يمكن إجراء ذلك إلا على الحيوانات. ويجب أن يكون جلياً أن الدراسات التجريبية التي تجري على الحيوانات والدراسات الميدانية للبشر يجب أن تتداخل ببعضها وذلك إذا ما أردنا التوصل إلى أية نتائج قبل انتهاء الفترة الحالية الواقعة بين عصرين جليديين.
>
> ج. دوبنغ، 1968

قبل نحو ثلاثين سنةً، بدأتُ العمل مع مجموعة هامة من الجرذان كان قد أنشأها ر. ج. س. ستيوارت في معهد لندن للصحة الاستوائية. وعندما أُرغم ستيوارت على التقاعد في سن الخامسة والستين، ورِثْتُ عنه تلك المجموعة. كانت الجرذان حينذاك في الجيل الثالث عشر من سوء التغذية، وحظيت بامتياز إحضار المجموعة من إنكلترا إلى الولايات المتحدة. كان هذا النموذج من الحيوانات مناسباً بشكل خاص لدراسة المجموعات البشرية حيث لا يكون سوء التغذية، عادة، حدثاً يقع لمرة واحدة، بل عملية مزمنة مراوغة تستمر طوال العمر وتتسلل من

جيلٍ إلى الجيل الذي يليه.

الشفاء الجسماني مقابل الشفاء السلوكي عقب سوء التغذية في مرحلة مبكرة

من الواضح أن برامج التكامل الغذائي وحدها لن تحل تماماً المشاكل الخاصة بقصور النمو لدى الأطفال الذين يعانون سوء تغذية وحرمان مزمنَيْن.

س. غرانثام ـ ماك غريغور، 1987

تبدو الفروق واضحة بين صغير الجرذ سيئ التغذية وبين آخر جيد التغذية. وأهم الخصائص التي تلفت النظر هي وجود خط الحليب على بطن الحيوان الجيد التغذية وغيابه عن بطن الحيوان السيئ التغذية. وللقيام بالدراسة، أخذنا الحيوانات المصابة بسوء التغذية منذ الولادة ووضعناها تحت رعاية أمهات بديلات صحيحات الجسم لم يسبق أن عانين سوء التغذية. وسرعان ما استعادت الصغار المصابة بسوء التغذية حجمها الجسدي الطبيعي. لكن النمو الجسدي والحجم يعتبران، على أية حال، العواقب الأقل حساسية من بين عواقب سوء التغذية.

وبالتالي، فقد انصب اهتمامنا بشكل خاص على تقويم evaluating المتغيِّرات parameters السلوكية للحيوانات وقدرة هذه الحيوانات على التكيف مع متطلبات بيئتها، أي مرونتها. في ثلاثينيات القرن العشرين، كان ت. س. شنيرلا من أوائل الباحثين الذين استخدموا هذا المصطلح، وقد عرّفه بطريقة

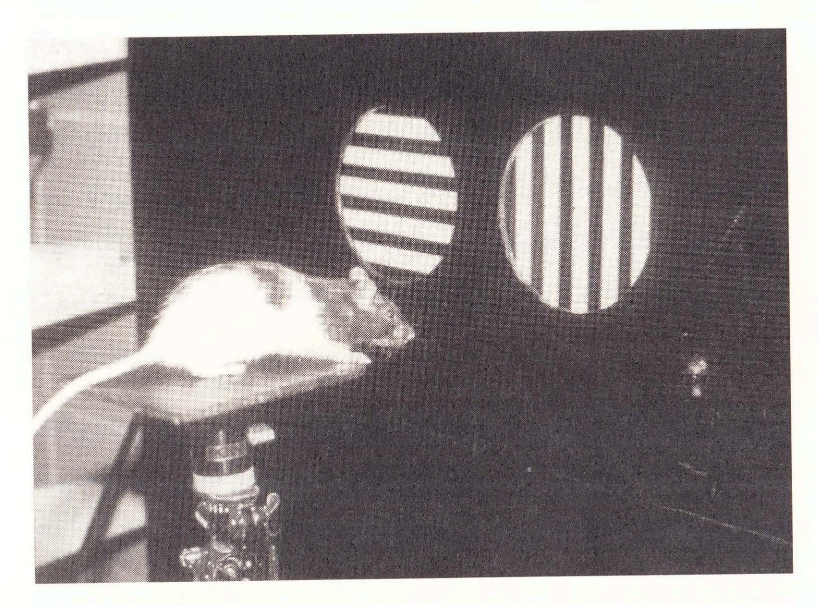
تختلف إلى حد ما عن أسلوب استخدامه الشائع حالياً (أرونسون وآخرون، 1972). فقد نظر إلى المرونة بشكل أكثر شمولاً، أي من منظور الوظيفة المتكيِّفة، وهو الكيفية التي أستخدم بها أنا هذا المصطلح. كان رأي شنيرلا أن عملية المرونة هي قدرة العضوية على الاستجابة لمتطلبات بيئتها. وفي حال مواجهة الحيوان أو الإنسان لتحدٍ ما، فإن بقاءه يعتمد على قدرته على الاستجابة، أي على التكيُّف.

يتضمن أحد الاختبارات المبكرة للوظيفة المتكيفة، ويُعرف باسم اختبار التوجه نحو الموطن، يتضمن وضع صغار الجرذان على مسافة من الوكر ومن الأم بعد خمسة أيام من الولادة. ومن ثم الانتظار لمعرفة ما إذا كانت الصغار ستتلمس طريقها عائدة إلى موطنها. وتبين أن الحيوانات التي سبق وعانت سوء التغذية، رغم قيام أم صحيحة برعايتها، لم تستطع العثور على الأم، بعكس نظيراتها من الحيوانات الجيدة التغذية. لقد أبدت الصغار، التي سبق وعانت سوء التغذية، تأخيراً واضحاً في استجابتها لشرط بيئي متغير. وبعد مرور أحد عشر يوماً على ولادتها، وصل أداء المجموعتين من الجرذان ـ المجموعة الخاصة بالتحقق من النتائج والمجموعة التي سبق وعانت من سوء التغذية ـ إلى السوية ذاتها. والتفسير الذي أود تقديمه هو التالي: إذا أصيبت العضوية بضرر ما في مرحلة مبكرة من العمر، فإن النتيجة لا تقتصر على التأثير الجسماني المباشر، هناك عواقب أخرى عصبية طويلة الأمد. قد يقضي الحيوان، أو

الإنسان، مدة طويلة يعجز خلالها عن التعلم من بيئته. والحيوان الذي لا يستطيع إيجاد طريقة للعودة إلى موطنه يكون غير قادر على أداء وظائفه على النحو الذي تؤديها به الحيوانات العادية، كما أنه لا يكون قادراً، بالشكل الأمثل، على الاستيعاب أو التعلم من بيئته أثناء مرحلة التأخير التي جرت ملاحظتها.

التأثيرات على السلوك المتكيف للجرذ:
السباحة في بركة داخلية مزدانة بإعلانات عن السفر

هناك اختبار آخر من الاختبارات الكثيرة التي أجريناها على الحيوانات كان أول من قام بوصفه بالتفصيل هو كارل لاشلي في ثلاثينيات القرن العشرين. وقبل لاشلي، كانت الأبحاث التي تعود إلى بدايات العقد الأول من القرن العشرين تصف الجرذ بأنه حيوان شديد الغباء، وفي تلك المرحلة كانت الأدبيات المتعلقة بسلوك الحيوانات تكرِّر على الدوام أن الجرذ، كعضوية، لا يصلح لدراسة الوظائف المعرفية والسلوكية. شعر لاشلي بأن التدابير السائدة حينذاك كانت تنطوي على كثير من المحرِّضات المحيّرة مما أدى، بالتالي، إلى شعور الجرذان بالارتباك. ولاختبار نظريته، قام لاشلي بوضع الجرذان على منصة مواجهة لنافذتين (الشكل 3 ـ 1). لم تكن الجرذان تشعر بالرضى كونها تقف على المنصة، وهذا، بالإضافة إلى هبّة هواء في الوقت المناسب، كان يؤدي إلى تحريضها للقيام بالقفز عبر النافذة. واستجابة لسلسلة من الإيعازات البصرية، كان يجري



الشكل 3 ـ 1 جرذ يتعلم القفز عبر نافذة غير موصدة

إيصاد إحدى النافذتين. كان على كل جرذ أن يتعلم تمييز سلسلة المحرضات الصحيحة كي يقفز بشكل صحيح عبر النافذة غير الموصدة. وعن طريق تمكين الجرذ من تركيز انتباهه على المهمة التي هو بصددها، تحول «الحيوان الغبي» فجأة إلى حيوان ذكي (لاشلي، 1963).

يُستخدم الجرذ حالياً بشكل اعتيادي لدراسة عملية التعلُّم وتأثير التَلَف المبكر. يبين هذا المثال أن تفسير الوظيفة الأرقى للدماغ هو شأن يتعلق بمن يقوم بالتفسير. أحياناً، يكمن الإبداع في الكيفية التي نقوم بواسطتها باختبار عضوية ما أو الكيفية التي نختبر بها الأطفال، وليس بالضرورة بالنتيجة التي نسعى إليها.

كيف كان أداء جرذاننا في اختبار لاشلي؟.. كانت هناك نتيجتان تثيران الاهتمام. النتيجة الأولى، عندما جرت استثارة الحيوانات، التي سبق وعانت سوء التغذية، بواسطة محرضات بسيطة، كان أداؤها على السوية نفسها كالحيوانات الصحيحة الجسم. ولم تبدأ تلك الحيوانات بالتخلف إلا عندما جرت استثارتها لتأدية وظائف أكثر صعوبة تتطلبُ التمييزَ بين محرضات أكثر تعقيداً. والنتيجة الثانية - وهي تشكل جزءاً هاماً من ملاحظاتنا - كانت في تقويم الكيفية التي أخفقت فيها الحيوانات. لقد ارتكبت الحيوانات التي سبق وعانت سوء التغذية أخطاء أكثر لأنها «واظبت» أي ظل تركيزها منصبّاً على جهة بعينها. مثلاً، الجرذ الذي «يخضع لتأثير الجهة اليمنى right dominant»، يختار النافذة الموجودة إلى الجهة اليمنى ويستمر في القفز في ذلك الاتجاه رغم تَحَوُّل المحرضات عنه. لقد كانت هذه النزعة نحو مقاومة التغيير، نحو المواظبة، وبالتالي نحو عدم التكيّف، أوضح بكثير لدى الحيوانات التي سبق وأن عانت سوء التغذية.

وهناك ملاحظة مهمة توصلنا إليها خلال أبحاثنا الأخيرة التي استخدمنا فيها، كنموذج، حيوانات مصابة بسوء التغذية قبل الولادة، وهي أن السلوك يتداعى تحت ظروف معينة. لجأنا لاختبار متاهة موريس Morris Maze Test، حيث وضعنا الحيوانات في حوض سباحة ضخم، يبلغ قطره ستة أقدام تقريباً. وُضعت فيه منصة مغمورة بالماء. كانت المياه غير شفافة

فقد أضيفت إليها كمية صغيرة من الحليب لمنع الحيوانات من رؤية المنصة. لم تكن لدى الجرذان أية مؤشرات تعتمد عليها للتوجه سوى إعلانات للسفر زاهية الألوان ملصقة على السقف وعلى الجدران المحيطة، كان عليها تحديد موقع المنصة بالنسبة لمحرضات التوجُّه. ولدى وضع الحيوان في الحوض انطلاقاً من عدة اتجاهات مختلفة، كان عليه أن يعتمد على تلك العلامات المكانية للاهتداء إلى موقع المنصة. لاحظنا أن الحيوانات الصحيحة الجسم، التي كانت تُستخدم للتحقق من النتائج والتي كانت جيدة التغذية على الدوام، كانت تسبح مباشرة إلى المنصة لدى مواجهتها لتحدي مواقع البداية المختلفة. وعندما عُرِّضت الحيوانات، التي سبق وأن عانت سوء التغذية، لنفس الاختبارات، كانت تميل للطواف حول الحوض بشكل متكرر، متجاوزةً المناطق التي كانت توضع فيها المنصة بشكل عشوائي. ومرة أخرى، كان من الواضح أن تلك الحيوانات واظبت على تبني فكرتها الأصلية بشأن موقع المنصة، بدل الاستجابة للحاجة إلى تحديد موقع المنصة ضمن الحيِّز، وبالتالي إلى إبداء سلوك متكيف.

الضرر الناجم عن سوء التغذية المبكر يسري عبر الأجيال

بعد إحضار مجموعة الجرذان إلى معهد ماساتشوسيتس للتكنولوجيا، تابعنا أحوال الحيوانات لمدة 25 جيلاً. وخلال هذه الأبحاث الطويلة الأمد، توصلنا إلى ملاحظتين هامتين. الأولى، أن الذكور واجهوا صعوبات أكثر مما واجهت الإناث

في التغلب على أوجه القصور. ولم يكن ذلك بالأمر الخارج عن المألوف، فقد تبيَّن أن الجنين الذكر يكون، عموماً، أكثر عرضة للتأثُّر بالتلف الذي يحدث قبل الولادة. والملاحظة الثانية، هي أن الأمر تطلب من جيلين إلى ثلاثة أجيال للتغلب على بعض أوجه القصور التي لاحظناها. استنتجنا أن تأثيرات سوء التغذية المبكر تدوم بتتابع الأجيال، مما قادنا إلى سلسلة من الاعتبارات الأخرى.

التغييرات الفيزيولوجية في الدماغ: هل هي ضرر أم تعويض؟..

> [توجد] فرضيتان بديلتان في ما يتعلق بطبيعة تأثير سوء التغذية المبكر على التطور المعرفي. وسنطلق على هذين الموقفين إسميّ فرضية «الأجزاء
>
> المادّية» hardware وفرضية «البرمجيات» software. ترى فرضية «الأجزاء المادية»، التي تنادي بها غالر، أن سوء التغذية الذي يحدث خلال أوقات حرجة من التطور المبكر يؤدي إلى حدوث أضرار، تتعذر إزالتها في ما بعد، في التراكيب الدماغية (الأجزاء المادية) المسؤولة عن الأداء الوظيفي المعرفي الأمثل. وفي المقابل، ترفض فرضية البرمجيات الموقف القائل بالضرر الواقع على الدماغ وترى أنه خلال مرحلة سوء التغذية قد «ينصرف انتباه» العضوية عن تعلُّم تلك النواحي من بيئتها التي قد تكون هامة بالنسبة للأداء الوظيفي المعرفي الأمثل في مستقبل حياتها.

د. أ. ليڤيتسكي وب. ج. ستروب

أود الآن أن آتي على مجموعة من التجارب التي تختلف كثيراً عن الأبحاث التي جرت مؤخراً على الحيوانات. لقد استطعنا بفضل توفر التكنولوجيات الحديثة أن نوسع مجال تحليلاتنا المتعلقة بالحيوانات لتتجاوز السلوك وتصل إلى الأصول العصبية البيولوجية. وفي تلك السلسلة من الدراسات قمنا بتعريض إناث الجرذان لسوء تغذية استمر خمسة أسابيع قبل الحمل، وتابعنا سياسة سوء التغذية مع كل أنثى حتى ولادة صغارها. وعند ولادة الصغار وضعناها تحت رعاية أمهات صحيحات الأجسام بحيث تحسن نظامها الغذائي اعتباراً من تلك اللحظة. وعندها أصبح بإمكاننا التوصل إلى فهم تأثيرات سوء التغذية على الجملة العصبية المركزية من منظور أوسع، عن طريق دراسة السلوك وعن طريق الفيزيولوجيا العصبية وتشريح الجملة العصبية والبيولوجيا العصبية الجزيئية.

تركز اهتمامنا في تلك الدراسات على منطقة محددة في الدماغ، وهي الحُصَيْن hippocampus. وقد أُطلق عليها هذا الاسم نظراً لشكلها الشبيه بفرس البحر. إن منطقة الحصين تحمل مغزى خاصاً بالنسبة للعمل الذي نقوم به نظراً لأهميتها في عمليتي التعلُّم والذاكرة. وهي، بالإضافة لذلك، تركيبة تتميز بالبساطة بالمقارنة مع الأجزاء الأخرى في الدماغ، كما أننا نهتم بمنطقة الحصين لأنها تستجيب بشكل جيد للبحث الذي نجريه على نماذج من الحيوانات والذي يشمل عدة فروع معرفية.

إن الدراسات التي أُجريت على الحصين لا تدلّنا على

ما يجري في الدماغ ككل، فهي لا تقوم بأكثر من فتح نافذة على تركيبة مُغلَّفة داخل الدماغ، مما يتيح لنا معالجة المسائل التي نحن بصددها. وهناك طيف واسع من المعطيات المتعلقة بمنطقة الحصين متوفر في كثير من الفروع المعرفية، وقد تبين أن هذه المنطقة معرضة للإصابة بقدر كبير من الأذى الذي قد يحصل أثناء الولادة. وأخيراً، فإن الحصين ينمو في معظمه بعد الولادة. ونظراً لأننا نقوم بدراسة الحيوانات التي تعرضت لسوء التغذية في المرحلة السابقة للولادة والتي تمت رعايتها من قِبَل أمهات صحيحات الجسم، نستطيع بذلك التوصل لمعرفة تأثير الأذى الحاصل قبل الولادة على وظائف قد لا تنشأ إلا بعد الولادة، أي عندما يتطور الحصين بشكل كامل.

اخترنا الحصين لإجراء دراسة فيزيولوجية كهربية للمنظومات العصبية. تفحَّصنا، مثلاً، «الكمون الطويل الأمد» long - term potentiation وهي التعديلات التي لا تتوقف على السريان المشبكي synaptic transmission لتيارات الشحنات ion currents التي تعتبر ضالعة في عمليتيّ التعلم والذاكرة (انظر الفصل السابق الخاص ببفننغر في الجزء الثاني). كان هناك تبدلات عميقة مستمرة ذات كمون طويل الأمد لدى الحيوانات في دور التطور التي كانت قد تعرضت لسوء التغذية خلال مرحلة ما قبل الولادة فقط. قمنا بتحليل خصائص أخرى للعصبونات، مثل التشجير التَغَصُّني dendritic arborization

وتوزُّع المستقبِلات، ووجدنا أنها بالغة التشويه بالمقارنة مع الحيوانات المستخدَمة للتحقق من النتائج.

غير أن أكثر ما كان لافتاً للنظر، هو أنه بالرغم من كل تلك الإشارات الواضحة إلى وجود تشويه في «التوصيلات العصبية»، إلا أن سلوك تلك الجرذان لم يتأثر نسبياً. وسأشير هنا مرة أخرى لصديقي كارل لاشلي، الذي كان أول من استخدم اختبارات وافية لدراسة سلوك الجرذ، وقام بذلك بإثبات الذكاء الواضح للجرذ. أجرى لاشلي تجربة في ثلاثينيات القرن العشرين قام فيها باستئصال جزء كبير من دماغ جرذ واكتشف أن الحيوان احتفظ بقدرته على التعلم. هل يعني ذلك أن الدماغ يحوي أجزاء تفوق الحاجة؟.. هل يعني ذلك أن بإمكان المرء أن يكون مبدعاً وليس لديه سوى جزء صغير من دماغه؟.. لاشك بأن داماسيو سيشعر بالضيق إذا قلتُ بأن الوضع هو على هذا النحو. إنه ليس كذلك. لكنني أعتقد أننا قد بدأنا نرى ظاهرة مثيرة للاهتمام. يبدو أن هناك تعارضاً بين البيولوجية العصبية الأساسية وبين النتائج عند المستوى السلوكي. غير أننا إذا أمعنّا التفكير ملياً، قد يبدو الأمر معقولاً: فالتغيرات يمكن لها أن تكون متكيِّفة. لماذا يتعين على الحيوان أن يفقد مقدرته على التكيُّف بشكل كامل؟.. أعتقد الآن أن كثيراً من التغيرات الحاصلة «في التوصيلات»، التي لاحظناها في حيوانات التجربة، لم تكن مواطن قصور أو ضرر ناجم عن سوء التغذية مباشرة، بل إن هذه التغيرات قد تمثِّل «الجهود» التي يقوم بها

الدماغ للتعويض عن الأذى الناجم عن سوء التغذية، أو للتكيُّف مع هذا الأذى.

إن أحد الأمثلة عن التعويض قد يشمل النواقل العصبية. لقد تحدث داماسيو في الفصل الخاص به عن نواقل عصبية معينة، كالدوبامين مثلاً. وفيما عدا الدوبامين، لاحظنا أن كل ناقل عصبي من أصل اثنين في الدماغ ينشط استجابة لسوء التغذية. أما الدوبامين فلم يتصرف على هذه الشاكلة. ومع أنه لم يتضح بعد ماذا يعني ذلك، إلا أنني أعتقد أن علينا أن نأخذ بالاعتبار إمكانية وجود زيادة في إفراز تلك المواد الكيميائية العصبية، ربما للتعويض عن النقص في عدد التوصيلات التي تربط نقاط التشابك العصبي الموجودة بين العصبونات. إن ما قد يبدو مشكلة تتعلق بإفراز أحد النواقل بصورة زائدة، يمكن له أن يكون محاولة من قِبَلِ الدماغ للتعويض عن صعوبة داخلية. إذاً، قد يكون هناك آلية أساسية في الدماغ ـ «رغبة» متأصلة ـ لتصحيح نفسه. إن هذا المفهوم مثير للاهتمام ولو أنه لا يعدو كونه فرضياً في الوقت الحالي.

الصلة مع سوء التغذية ومع السلوك لدى الطفل

لا شك بأن الدراسات التي جرت على الحيوانات تثير الاهتمام، ولكن يجب رؤيتها من منظور أكثر شمولية، لأن تطبيق ما تعلمناه من الأبحاث المتعلقة بالحيوانات على الطفل وعلى الكائنات البشرية ككل، يكتسي أهمية قصوى. غير أن

أحد جوانب النقص في مجال الأبحاث المتعلقة بسوء التغذية لدى الأطفال كان مردُّه إلى أن معظم الدراسات التي جرت، قبل سنة 1970، كانت قصيرة الأمد كما أنها أُجريت على أعداد قليلة من الأطفال. وقد استفدتُ من منحة بسيطة تلقيتها من مؤسسة فورد 1973، لزيارة عدد من الدول النامية، سعياً وراء ميدان يمكن فيه إجراء دراسة طويلة الأمد تشمل عدداً كبيراً من الأطفال. توصلت إلى قرار بأن جزيرة باربادوس Barbados توفر البيئة المثلى لتطبيق بعض المسائل، التي كنا قد بحثناها في دراساتنا التي أجريناها على الحيوانات، على مجموعة من الأطفال الذين سبق وأن عانوا سوء التغذية الطفولية.

جزيرة باربادوس هي دولة مستقلة، لا تتجاوز 15 × 20 ميلاً، يمكن الوصول إليها بسهولة بالغة، يبلغ عدد سكانها 250000 نسمة تقريباً. لقد كانت أهم العوامل المؤدية لاختيار باربادوس هي:

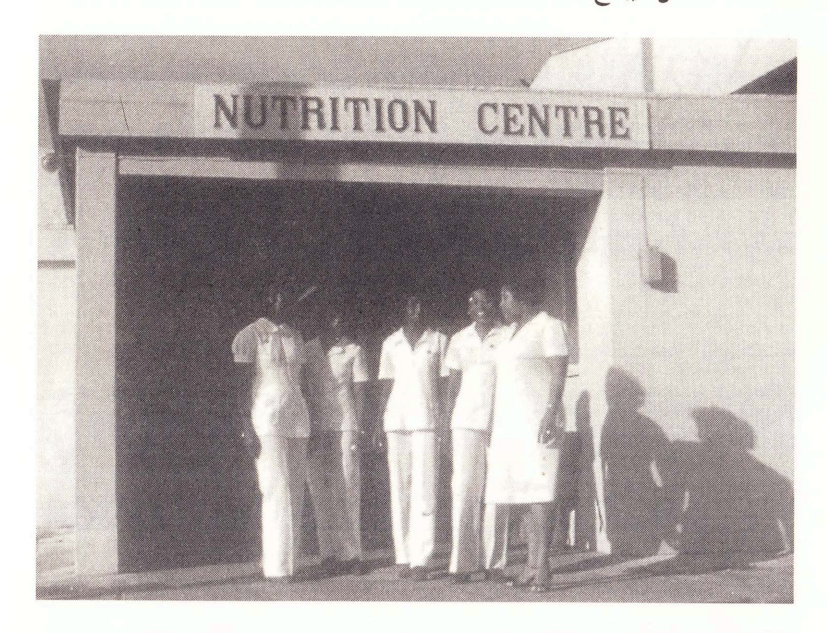
(1) وجود سجلات ممتازة في مجاليّ المدارس والصحة، توفر قدراً كبيراً من المعطيات الجاهزة، وتوفُّر إمكانية الاستفادة من هذه المنظومة من السجلات بالشكل الأمثل.

(2) كان مركز التغذية الوطني في باربادوس، الذي يظهر في الشكل 3 ـ 2، ومديره الدكتور فرانك رامزي، يضم سجلات تتعلق بـ 2100 طفل كانوا إما يعانون سوء التغذية أو أنهم عرضة لذلك. وهذه نقطة مهمة، ففي

كثير من الدراسات التي جرت حول أشخاص من نزلاء المستشفى، كانت موضوعات الدراسة تأتي من المستشفيات. أما في باربادوس، فقد كان هناك أمر إلزامي بالتبليغ عن حالات سوء التغذية مع وجود تعويضات تمنح لمن يراجعون المركز. وبالتالي، كانت تلك المجموعة من الأطفال تمثل المجموعة السكانية التي نحن بصدد دراستها ولم تكن خاضعة لأهواء الاختيار.

(3) كان عامل الاستقرار والوضع الاقتصادي للسكان متجانسين نسبياً. ينتمي سكان باربادوس إلى الطبقة المتوسطة الدنيا، ولا وجود هنا لحالات الفقر المدقع الذي نراه في كثير من الدول النامية الأخرى في العالم. والواقع أن باربادوس تعتبر، حسب المؤشرات الاقتصادية العالمية، إحدى أغنى الدول النامية. وبالتالي، فإن نتائج هذه الدراسة لابد وأن تكون مناسبة أكثر للولايات المتحدة وبقية الدول المتطورة. يبين الشكل 3 ـ 3 منزلاً نموذجياً في باربادوس.

لماذا يتعرض الأطفال لسوء التغذية؟ . . عندما بدأنا الدراسة، كان المصدر الرئيسي للدخل في الجزيرة هو قصب السكر. عندما كانت سوق السكر تمر بحالة كساد، كان الاقتصاد يصاب بالضعف ويحل سوء التغذية. وعندما كانت تنشط سوق السكر، لم يكن هناك سوى القليل من حالات سوء



الشكل 3 ـ 2 مركز التغذية الوطني في باربادوس.



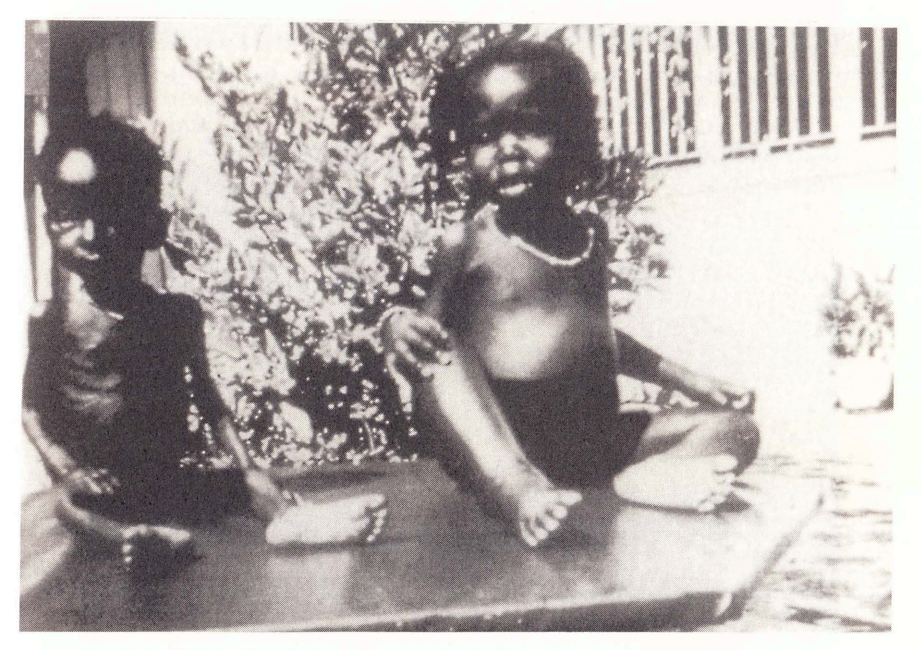
الشكل 3 ـ 3 منزل نموذجي في باربادوس.

التغذية. وبالتالي، كانت الإصابة بسوء التغذية تعتمد على الوضع الاقتصادي للجزيرة. لدينا معطيات حول كل طفل وُلد بين سنتي 1967 - 1972 في جزيرة باربادوس وعانى إحدى حالات سوء التغذية. كان الأطفال مصابين إما بسوء التغذية من نوع Protein - Energy (PEM، أو من نوع كواشيوركور Kwashiorkor (التعبير الإفريقي «كواشيوركور» يعني طفل متكدر المزاج أو طفل لم يشبع لأن هذه الحالة تحدث غالباً عندما يُفطم الرضيع - ويكون السبب عادة حَدَثٌ ثانوي كحملٍ آخر مثلاً - وبالتالي يشعر الطفل بالتعاسة البالغة والنتيجة هي سوء التغذية). جرت مقارنة الأطفال بزملاء لهم في الصف أصحاء البدن، وذلك من حيث العمر والجنس والميل لاستخدام إحدى اليدين بدلاً من الأخرى. تم اختيار مجموعة الأطفال الخاصة بالتحقق من النتائج من خلفيات اجتماعية - اقتصادية مماثلة. وقد آثرت استخدام زملاء الصف كمجموعة للتحقق، بدلاً من الإخوة والأخوات، وذلك لأن الإخوة والأخوات لم يكونوا جميعاً من نفس الوالدين.

إن متابعة هؤلاء الأطفال حتى بلوغهم الثلاثين من العمر أتاحت لنا النظر إلى مجال واسع من المتغيِّرات. وكما في حال دراستنا المتعلقة بالجرذان، كان اهتمامنا ينصب بشكل خاص على الأداء الوظيفي المتكيِّف لهؤلاء الأفراد. في الستينيات من القرن العشرين، كان مجال الاهتمام الوحيد لدى العلماء ولدى العامة هو معرفة ما إذا كان الأطفال المصابون بسوء التغذية

أطفالاً متخلفين عقلياً. وخلال سياق الدراسات التي قمنا بها، توصلنا للاستنتاج بأن مكامن القصور في حاصل الذكاء IQ، لا تمثل سوى جزء صغير من الصورة العامة. والشيء الأدعى للاهتمام هو الكيفية التي يستجيب بها هؤلاء الأطفال إلى المقتضيات الأخرى للبيئات التي يعيشون فيها.

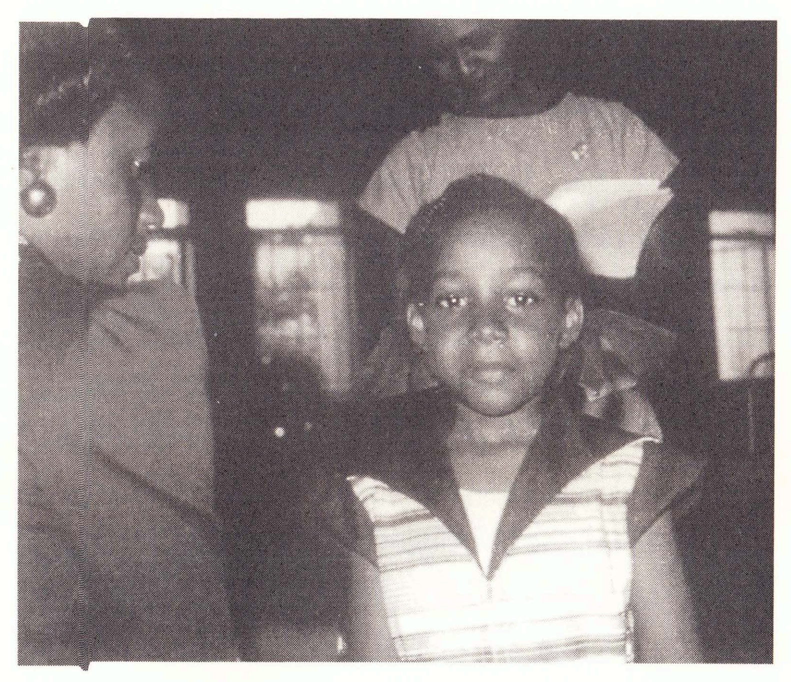
يُظهر الشكل 3 ـ 4 نموذجين عن أطفال مصابين بسوء التغذية. الطفل الموجود إلى اليسار مصاب بحالة PEM، والطفل الموجود إلى اليمين مصاب بحالة كواشيوركور. متوسط عمر الطفلين لدى إصابتهما بالمرض هو ستة أشهر، وقد لازما سرير



الشكل 3 ـ 4 أطفال مصابون بسوء التغذية من نوع protein - energy (إلى اليسار وكواشيوركور (إلى اليمين).

المرض في المستشفى لمدة أربعة أسابيع تقريباً. في باربادوس، تحدث هاتان الحالتان لدى الأطفال في العمر نفسه تقريباً، أي عندما يكون الأطفال دون السنة من العمر.

وماذا عن العلاج؟.. يحدث الشفاء الجسماني، الذي يلي النكوص reversal الناجم عن سوء التغذية، بشكل فوري، كما وجدنا في الدراسات التي جرت على الحيوانات. إذا تهيأ للطفل نظام غذائي واف، حدث شفاء تام واضح في نموه الجسماني (انظر الشكل 3 ـ 5). وكان تانر، الذي كتب بشكل مستفيض عن التطور والنمو الجسماني، قد تنبأ بأن النمو الجسماني



الشكل 3 ـ 5 الشفاء الجسماني من سوء التغذية.

سيستدرك النقص تماماً لدى هؤلاء الأشخاص المُعدمين (تانر وبريس، 1989). وقمنا نحن بتوثيق فكرة أنه لدى وصول الطفل إلى منتصف سني المراهقة، تكون عملية الاستدراك قد اكتملت فعلياً. وفي المقابل نرى أن الوظائف العقلية تُبدي مكامن قصور دائمة، كما رأينا في الدراسات التي أجريت على الجرذان.

سوء التغذية المبكر واضطراب نقص التركيز والأداء المدرسي

> وحتى بعد شفاء الأطفال جسمانياً، كان من السهل ملاحظة أنهم يعانون تخلُّفاً عاطفياً ونفسياً واجتماعياً. فالأطفال في أعمار الخامسة والسادسة كانوا يتصرفون كصغار لم يتجاوزوا السنة الثانية أو الثالثة من العمر. لقد ثبت مرة بعد أخرى أن الكولومبيهارينا أ، وهو غذاء تكميلي، يُعتبر ممتازاً للتعافي الجسماني لكنه عديم الجدوى حيال التأثير الذهني لسوء التغذية والاكتئاب المزمن.
>
> ل. سينيستيرا، 1987 (في تعليق على نتائج برامج التدخل لمساعدة الطبقة الفقيرة في كالي، كولومبيا)

عندما ذهبنا إلى باربادوس للمرة الأولى ووجدنا تلك السجلات المدرسية المدهشة لدى مركز التغذية الوطني، وضعنا قائمة من 30 سؤالاً لتقديمها للمدرسين. وقد تبين أن ذلك الإجراء كان مفيداً بشكل خاص لتوفير المعلومات لأن كل مدرس كان لديه في الصف طفل سبق وأن عانى سوء التغذية كما كان لديه أطفال يمكن استخدامهم للتحقُّق من نتائج التجارب. ولم يكن باستطاعة المدرسين التمييز بين هؤلاء من

الناحية الجسمانية لأن حالات سوء التغذية لم تكن شديدة. وقد شكل ذلك وضعاً طبيعياً ومثالياً من أجل تحديد الكيفية التي يقوم المدرسون بواسطتها بتقويم هؤلاء الأطفال. جرى توزيع نماذج الأسئلة وقام المدرسون بالإجابة عنها. وقد تم استخدام تحليل عاملي Factor analysis من أجل تحليل تلك المعطيات (أجوبة المدرسين)، مما أدى لنتائج تضم الأسئلة ذات الصلة ضمن مجموعات.

أظهرت النتائج أن 60 ٪ من الأطفال (من أعمار 5 ـ 11) الذين سبق وأن عانوا سوء التغذية أظهروا على الدوام مجموعة من السلوكيات المرتبطة بـ «اضطراب نقص التركيز» بما في ذلك قِصَر فترة التركيز. ولم يكن قد جرى توثيق حالات «اضطراب نقص التركيز» في الدول النامية قبل إجراء هذه الدراسة، بل كانت تُعتبر مشكلة تقتصر على الغرب. وضمن مجموعة الأطفال الأصحاء، المستَخدمين للتحقق من النتائج، أظهرت نسبة 15٪ فقط من الأطفال مجموعة السلوكيات المرتبطة باضطراب نقص التركيز. ويتماشى هذا الرقم مع تشخيص حالات نقص التركيز لدى 10٪ من الأطفال بين السكان العاديين في الولايات المتحدة. وأكثر النتائج مدعاة للاهتمام هي أن نقص التركيز لدى هؤلاء الأطفال كان مرتبطاً بإصابة سابقة بسوء التغذية، خلال مرحلة ما بعد الولادة تحديداً. وباختصار، كانت هناك زيادة بلغت أربعة أضعاف في دراسة الأعراض symptomatology الخاصة باضطراب نقص التركيز، من 15٪

بين مجموعة التحقق من النتائج إلى 60٪ بين الأطفال الذين سبق وأن عانوا سوء التغذية. (خلال السنوات العشر الماضية، تم ربط بعض الظروف المحيطة بالولادة، مثل عَوَز الأكسجين hypoxia والتسمم بالرصاص، بنقص التركيز.)

كما جرت أيضاً دراسة الوظيفة المعرفية للأطفال الذين سبق وأن عانوا سوء التغذية. في جزيرة باربادوس، ودول الكومنولث الأخرى، يجري اختبار جميع الأطفال من هم في الحادية عشرة من العمر بموجب امتحان 11 + Examination. ويحدد هذا الاختبار أهلية الطفل للالتحاق بالمدرسة الثانوية. ويعتبر ذلك الاختبار في باربادوس مهماً بشكل خاص لأن عدد المقاعد في المدارس الثانوية ذات التوجه الأكاديمي محدود. وقد تبين لنا أن الأطفال الذين سبق لهم وأصيبوا بحالات PEM أو حالات كواشيوركور، كان أداؤهم أسوأ إلى حد كبير من أداء الأطفال الأصحاء ضمن مجموعة التحقق. كانت هذه النتيجة مبعث اهتمام خاص لوزارتي التعليم والصحة في باربادوس، اللتين شاركتا في برنامج الأبحاث هذا منذ بدايته. ولدى تدقيق النتائج، ظهر أن الأداء في امتحان 11 + Examination كان مرتبطاً بوجود أو بغياب اضطراب نقص التركيز في مراحل مبكرة من العمر. وقد بيّنا أن تقويم المدرسين لنقص التركيز لدى الأطفال خلال السنوات 5 ـ 7 من العمر كان يحمل تكهناً مهماً بالعلامات التي حصل عليها الأطفال في هذا الامتحان.

ورغم انخفاض حاصل الذكاء بما يعادل عشر نقاط تقريباً

لدى الأطفال الذين سبق وأن عانوا سوء التغذية، إلا أن ذلك لم يكن يحمل رابطة قوية مع نتائج امتحان 11+. كما وجرى قياس الظروف الاجتماعية ـ الاقتصادية والبيئة المنزلية. لكن تلك العوامل لم تكن تحمل أهمية خاصة، وربما كان مرد ذلك إلى التجانس النسبي للسكان وإلى توفر الرعاية الصحية.

نجاح الدراسات في باربادوس

كما سبق وأشرنا، كان عملنا وثيق الصلة بوزارتي التعليم والصحة في باربادوس. وقد قام مركز التغذية الوطني بمتابعة أوضاع جميع الأطفال الذين شملتهم دراستنا إلى أن بلغوا الحادية عشرة من العمر، كما اشترك الأطفال في برنامج غير رسمي للمساعدة قام بتصحيح مشاكلهم الجسمانية ورعاية وضعهم الغذائي العام ونموهم وتطورهم. وكجزء من برنامج الدكتور رامزي في مركز التغذية الوطني، كانت هناك تدابير إضافية تتعلق بالأطفال المُعَرَّضين لخطورة عالية، وقد كانت هذه التدابير مفيدة وفعالة في منع حدوث حالات أخرى من سوء التغذية. والواقع أن إحدى النتائج المُرْضية لعملنا في باربادوس هي أنه لم تعد هناك أية حالة سوء تغذية ذات طابع خطر في الجزيرة. وخلال السنة الأخيرة من قيامنا بالدراسة لم يكن هناك سوى حالة واحدة أُدخلت إلى المستشفى بسبب سوء التغذية، وكانت حالة طفل مصاب بعلة صحية سابقة.

عدنا مؤخراً إلى باربادوس لرؤية أولادِ مَنْ كانوا قد عانوا

سوء تغذية سابق وأولادِ مَنْ كانوا قد اتُخذوا مادة للمقارنة في الدراسة. ونظراً لأننا كنا نتتبَّع أوضاع هؤلاء الأشخاص منذ سنة 1973، فإن عدداً كبيراً منهم قد أصبح لديهم عائلات خاصة بهم. ومرة أخرى، اكتشفنا وجود دلائل تشير إلى استمرار المشاكل في الجيل التالي، مثلما لاحظنا لدى الجرذ النموذج، كما أنها تعود لتتكرر ضمن سياق برنامج التدخل.

إن فكرة التدخل الهادف إلى تلطيف الآثار الطويلة الأمد لسوء التغذية المبكر، تبقى مسألة تحتاج للحل. ونكرر هنا، إن تجربة سوء التغذية المبكرة بحد ذاتها، قد تكون ذات طبيعة واستمرارية محدودتين. إلا أنه ثبت، عن طريق الوثائق، أن لسوء التغذية هذا آثاراً عميقة ومديدة لدى الحيوانات ولدى البشر أيضاً. إن أنواع التدخل التي يقدمها الأطباء عادة (كالڤيتامينات والنظام الغذائي الخ...) لا تلطف الآثار الطويلة الأمد. ولذلك، كان من الواضح أنه لا بد من أسلوب آخر للتعاطي مع الموضوع، وبالتالي، حاولنا تطوير برامج مناسبة من أجل التدخل.

أمهات حنونات من الجرذان وأمهات بشريات غير مؤهَّلات

في سياق عملنا الميداني، تهيأ لنا أن نعرف أُسَرَ الأطفال الذين كنا نعالجهم، معرفة جيدة. وتبين لنا، من خلال ذلك، أن الأطفال كانوا متخلفين بقدر ما كان الوالدان متخلفَيْن. فقد كان للطفل، ولا عجب في ذلك، تركيبة ذهنية متسقة مع عائلته ومع بيئة المجتمع الذي يعيش فيه. وكان لتلك الملاحظة أهمية بالغة بالنسبة لعملنا المستقبلي.

سينيستيرا، 1987

لدى إجراء دراستنا المتعلقة بسوء التغذية الذي ينتقل من جيل إلى جيل، لدى الجرذان النماذج، توصلنا إلى عدد من الملاحظات المهمة. لاحظنا في البداية، أن الأمهات من الجرذان، التي كانت تقوم برعاية الصغار التي سبق وأن عانت سوء التغذية، كانت تقضي مدة طويلة من الزمن في إرضاع هؤلاء الصغار ـ ضعف المدة تقريباً التي كانت تقضيها في إرضاع الصغار الطبيعيين. ولم نفهم السبب وراء ذلك. إن أنواع سوء التغذية الناجمة عن عدة أساليب مختلفة كان لها نفس التأثير، وقد كانت تلك ملاحظة مهمة لأن العوامل البيئية لا يمكن عزلها بسهولة عن العوامل الغذائية. وجملة القول، هناك تفاعل بين الصغير وبين الأم البديلة يصاحب سوء التغذية الذي يحدث بعد الولادة لدى الحيوانات النماذج، وهو تفاعل يأخذ شكلاً مختلفاً وقد يكون له أيضاً تأثير مديد على الصغار.

لدى تفحُّص هذه النتيجة، من منظور أكثر شمولاً، ولدى مراجعة بعض النتائج التي حصلنا عليها في باربادوس والتفكير بكل ذلك ضمن سياق حالات الأطفال، أدركنا أن تَبَدُّل السلوك الأمومي كان استجابة تعويضية. لقد كانت الأمهات يعوِّضن عن المقدرة المتلاشية، لدى الصغار سيئي التغذية، على الاهتداء للعودة إلى الموطن، وعن خطر فقدان الحرارة، وعن النقص الغذائي الحاصل أصلاً. إذاً، فإن ما ظهر في البداية وكأنه مشكلة محيرة، كان في واقع الأمر تكيُّفاً لتحسين فرص بقاء الصغار.

ومع أننا لم نلاحظ بشكل مباشر نوعية الأمومة إزاء الأطفال الذين سبق وأن تعرضوا لسوء التغذية، إلا أن السجلات القديمة للمستشفى كانت تحوي معلومات بشأن أسلوب «الأداء الأمومي» خلال إقامة الطفل في المستشفى ولم تكن فيها إشارة إلى سلوكيات خارجة عن المألوف. لقد جاء في الدراسات المتعلقة «بالأطفال العاجزين عن النمو» في الولايات المتحدة أن أمهات هؤلاء الأطفال كن غالباً مقصِّرات في مهاراتهن الأمومية كما كن يعانين توتراً مفرطاً. هناك عدد قليل من الأمهات في دراستنا (أقل من 100) ممن أظهرن أشكالاً مماثلة من السلوك، بينما بدت الغالبية وكأنها تتكيف مع الوضع عن طريق «زيادة» اندماجها مع الصغير سيئ التغذية.

التدخل المبكر: دراسات في يوكاتان

على أساس تلك الملاحظات توصلنا إلى فرضية مفادها أن التجربة المبكرة للطفل تتصل بشكل وثيق بالرباط أو بالعلاقة بين الأم وصغيرها، وأن برامج التدخل عليها أن تعمل على هذا المستوى كي تكون فعالة. وقمنا بتطوير برنامج على هذا الأساس. نفذنا البرنامج في المكسيك لأن سوء التغذية المتوسط والشديد لم يعد له وجود في باربادوس كما ذكرنا سابقاً. ولذلك، تم إجراء الدراسة في جنوب شرقي شبه جزيرة يوكاتان حيث كان سوء التغذية متفشياً. اخترنا أربع قرى للمايا. بدأنا برنامج التدخل في قريتين من تلك القرى. وفي القريتين الأخريين اكتفينا فقط بتزويدهما بمستشار صحي أسبوعي للعناية بصحة السكان.

كان عدد سكان كل من قرى المايا الأربع يصل إلى 800 - 1000 نسمة وكانت معظم القرى تعمل في أنشطة زراعية، وكان السكان لا يزالون يتبعون أسلوب الحياة التقليدي للمايا. فالمنازل عبارة عن غرف كبيرة مستقلة ذات أقسام خارجية خاصة بالطهو. المياه الجارية متوفرة ولكن كانت هناك مشكلة قائمة بالنسبة للصرف الصحي. جرى اختيار تلك المجموعات لأننا شعرنا بأن بالإمكان قياس تأثير برنامج تدخل مبكر ناجح هناك.

تلطيف أثر الحرمان المبكر

قمنا بتطبيق برنامجنا الخاص بالتدخل بين مجموعات المايا تلك، على النساء في سن الحمل. انصبت جهودنا تحديداً على علاقة الأم بصغيرها وحاولنا مساعدة الأمهات على الاستجابة بشكل مناسب لاحتياجات أطفالهن. تم تنظيم برنامج تثقيفي أسبوعي يتضمن محاضرات حول صحة الطفل والتغذية والتطور، بحيث تستطيع الأمهات تعلُّم أساليب الاستجابة للخصائص الفردية لأطفالهن بأمل تمكين هؤلاء الأمهات من تفادي تأثيرات بيئة بالغة الحرمان. وقد أخذت النساءُ على عاتقهن مسؤولية البرنامج والأنشطة التي يتضمنها.

تابعنا أحوال الأطفال حتى بلوغهم الشهر السادس والثلاثين، وقمنا بقياس نموهم وقياس مجال من الخصائص السلوكية. ونكرر هنا اعتقادنا أن تفاعل الطفل والشخص الذي يقوم برعايته يحمل أهمية كبرى في هذا الوضع بالذات.

سنقوم الآن بتحليل تلك المعطيات. لقد كان النمو

الجسماني للفتيات في القرى الخاضعة لبرنامج التدخل أفضل بكثير من نمو الصبيان أو من نمو الفتيات في القريتين الأخريين اللتين لم تخضعا للبرنامج. كانت الظروف الاجتماعية ـ الاقتصادية في القرى مرتبطة أيضاً بشكل وثيق بالنمو الجسماني للأطفال. وهكذا، لم يحقق الأطفال الذين أتوا من مجموعات أكثر تقليدية، حيث يتكلم الوالدان لغة المايا، نتائج جيدة كالأطفال الذين أتوا من مجموعات أكثر حداثة حيث كانت الإسبانية هي اللغة السائدة.

وقد تبين لنا نتيجة دراسة استطلاعية أن الأطفال الذين يعانون سوء تغذية خفيفاً إلى متوسط كانت طباعهم «أكثر حدة» من الأطفال الجيدي التغذية، بغض النظر عن الظروف الاجتماعية ـ الاقتصادية. كانوا، مثلاً، أسرع انفعالاً وأصعب إرضاء. تتضمن استراتيجيتنا المستمرة تقويم وتحسين صحة الطفل والوضع الغذائي بالإضافة إلى التدخل في وقت مبكر. كما نعتقد أن هذا الأسلوب في التعاطي مع الموضوع سيساعد، حتى ضمن ظروف فقر مدقع، على تلطيف الآثار الطويلة الأمد لسوء التغذية والحرمان التي قمنا بتوثيقها عبر السنوات الخمس وعشرين الماضية.

ملاحظات ختامية: هل باستطاعتنا رفع التطور السلوكي للطفل إلى الحد الأمثل وتحريض إمكاناته الإبداعية؟...

لقد توصلنا للاستنتاج أن الأطفال لابد لهم من تطوير مجال عريض من السلوكيات المؤثِّرة اجتماعياً لدى بلوغهم سن الالتحاق

> بالمدرسة إذا كان لهم أن يصبحوا أعضاء نافعين في المجتمعات، وأن يسهموا بشكل كامل في المظاهر التي تحظى بالاحترام من الناحية الثقافية في الحياة المتمدنة المعاصرة. ومن سوء الحظ أنه لم يتوفر، في ذلك الوقت، كٌم كبير من المعلومات المتعلقة بالمكوِّنات المهمة والمتغيّرة التي يمكن التعرف إليها، والخاصة بالإمكانات النفسية للأطفال الصغار. وربما كان ضعف تطور الخصائص العاطفية والاجتماعية، وتلك المتعلقة بالتركيز والخصائص النفسية غير المعرفية الأخرى، يمثل أسوأ العواقب المترتبة على سوء التغذية والحرمان البيئي.
>
> سينيستيرا، 1987

لقد توصلت، خلال سني الدراسة والملاحظة، إلى عدة استنتاجات. أحد تلك الاستنتاجات هو أن التطور العقلي للطفل يبدأ قبل ولادته، وأنا أشير هنا إلى عملية مبكرة جداً ذات نتائج يمكن قياسها لدى الفرد البالغ. إن الاحتمال الأعظم لحدوث تأثير على الفرد يكمن في أول مراحل التطور، بل وفي داخل الرحم. ويَصْدق ذلك على عدد من الخصائص بما فيها السلوك الإبداعي. وكما أسلفنا، أظهرت أحدث الدراسات أن الدماغ يستمر في التطور وفي تعديل داراته حتى مراحل متقدمة من العمر، ويشمل ذلك فترة النضوج والتقدم في السن. إن الفرد لا يكون بمنجى من التأثيرات ومن تَدَخُّل الظروف خلال تقدمه في السن. غير أن القسم الأكبر من التطور العصبي يكتمل لدى بلوغ الطفل السنة الثانية من عمره.

وهناك استنتاج آخر وهو أن 40٪ من الأفراد، الذين سبق

أن عانوا سوء التغذية والحرمان، تمكنوا من تجاوز الأذى الذي لحق بهم في مرحلة مبكرة. إن التركيز على مهارات التكيّف التي تحفز الأفراد على تجاوز الظروف المناوئة المبكرة، لا يقل أهمية عن التركيز على الأفراد الذين عانوا نتائج ألحقت بهم الأذى. ويبدو من سلسلة الدراسات التي قمنا بها، أن التكيف الناجح يشمل أيضاً تجاوباً قوياً من جانب الوالدين. وبالإضافة لما سبق، فإن التغيرات في مزاج الصغير قد تجلب المزيد من الاهتمام إلى الأطفال الذين هم بحاجة لعناية أكبر.

هوارد غاردنر

المبدعون: الأنواع المتعددة للذكاء

لا يكمن الفرق بين إنسان فنان وبين آخر غير فنان في وجود طاقة أكبر من الأحاسيس. السر هو أن بإمكان الفنان تجاوز ذاته، بإمكانه أن يُظهر بوضوح المشاعر التي نحس بها جميعاً.

مارتا غراهام
(أوردها غاردنر، 1993)

إذاً، فكل ما يتطلبه الأمر كي أكون مبدعاً، هو وجود يقين داخلي بأن ما أفكر به وما أقوم به هو شيء جديد ونفيس. لا بأس بتعريف الإبداع على هذا النحو طالما أننا ندرك أن هذا التعريف ليس إطلاقاً ما كان يُفترض بالتعبير أن يعنيه في الأصل، أي إيجاد شيء مبتكرٍ بحق، يحمل قيمة تجعلنا نضيفه إلى الإرث الثقافي. ومن جهة أخرى، إذا قضينا أن الإقرار الاجتماعي هو أمر ضروري لكي يُعتبر شيء ما إبداعياً، فإن التعريف يجب أن يضم ما هو أكبر من الفرد. ما يهم، إذاً، هو تأييد أهل الخبرة المناسبين ما تشعر به أنت من يقين داخلي.

ميخالي تشيكجينتميخالي، 1996

من هو المبدع؟ . . . المبدع هو الشخص الذي يؤثر على حياة الآخرين. وبالنظر لكوني عالم اجتماع - مع تركيزٍ يتسم

بالمعرفة إلى حد كبير ـ فإن أبحاثي تأخذ شكل البحث عن أنماط. سأقوم في هذا الفصل بالتركيز على ما يمكن أن ندعوه بذروة التسلسل الهرمي الذي تحدث عنه بفننغر أو المستوى الأرقى للسلوك الإبداعي.

إن كل واحد من المجدِّدين، الذين يظهرون في الصور في الأشكال 3 ـ 6 ـ 3 ـ 12، يستحق أن يُطلَق عليه لقب «مبدع». ولم يتفق لكل هؤلاء السبعة أن تم الاعتراف بهم، في مستهل حياتهم، على أنهم أفراد يتمتعون بدرجة عالية من الإبداع كما أنهم لم يحظوا جميعاً بتقدير عالمي طوال حياتهم. وكما أوضح كثير من الباحثين، فإن الإبداع وحاصل الذكاء IQ ليسا بالضرورة مترابطين. ورغم أن بإمكان أي شخص أن يثير مسألة العبقري المنعزل الذي يتم تجاهله وإهماله، كما يُساء فهمه بشكل صحيح؛ فإن ما أود قوله، وبكل بساطة، هو التالي: في غياب حكم صادر عن مجال مرجعي كفء، لا يستطيع المرء أن يقرر ببساطة إن كان فرد بعينه يُعتبر مبدعاً أم لا. وبالتالي، هناك مثلث إبداعي مهم مؤلفٌ من ثلاث عُقَد nodes الميدان domain، والمجال field والفرد.

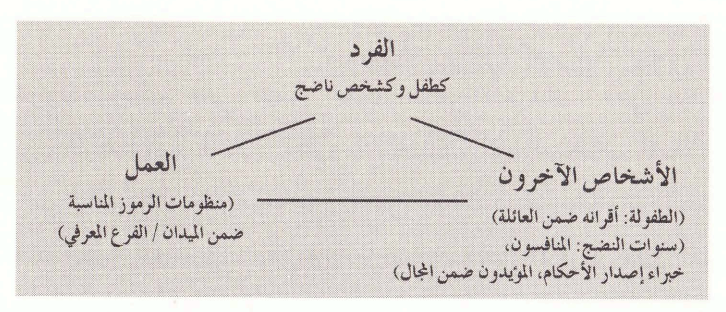
البنية الفوقية لتحليلي الخاص للإبداع

إن هذا المثلث الإبداعي، القائم على أساس الرائد الذي وضعه ميخالي تشيكجينتميخالي، يشمل العلاقة بين:

1 ـ الطفل والشخص الناضج.

2 ـ الفرد والعمل الذي يؤديه.
3 ـ الفرد والأشخاص الآخرون في عالمه.

هذه النقاط أو «العقد» الثلاث تشكل أساس المثلث (الجدول 3 ـ 1)، وهذا المثلث الإبداعي يشكل البنية الفوقية لهذا الفصل. وأنا، بتقديمي هذه العناصر في مستهل الحديث، إنما أود التأكيد على أن جميع أشكال الفعالية الإبداعية تنمو، بالدرجة الأولى، من علاقات الفرد بالعالم الموضوعي الخاص بالعمل، ومن ثم من الروابط التي تجمع بين الفرد وبين الكائنات البشرية الأخرى.



الجدول 3 ـ 1 المثلث الإبداعي

سأستهل حديثي بالكلام عن الفرد وسوف أقوم بعد ذلك بالتركيز على الميدان (العمل) وعلى المجال (الأشخاص الآخرون). ولكي أجعل أفكاري خالية قدر الإمكان من المصطلحات المبهمة، سأقوم بتعريف التعابير التي أستخدمها. ما أقصده بتعبير «الميدان» هو منظومة الرموز التي يعمل الفرد

ضمنها. ما هي منظومة الرموز؟... كان پيكاسو فناناً، وكان يتعامل مع الألوان والتراكيب والخطوط والأشكال وهي ما كان يمثل منظومات الرموز التقليدية للفرع المعرفي الذي عمل ضمنه. إن كل فرد يعمل ضمن فرع ما من هذه الفروع ويقوم باستخدام اللغة المتداوَلة فيه وإتقانها، أو أنه يغير من هذه اللغة و/أو يوجد لغة جديدة. الميدان، إذاً، هو كتلة المعارف والممارسات التي يتعين على الجيل التالي إتقانها. والتعبير الآخر الذي استخدمه هو «المجال». وأعني بالمجال، مجموعة المؤسسات وخبراء إصدار الأحكام التي تقرر من هو الفرد الذي يُمكن اعتباره صاحب موهبة فذة ضمن فرع معرفي ما، أو هو تلك المجموعة من الأشخاص الأذكياء الواسعي الاطلاع الذين يصدرون الحكم على عمل جديد ضمن الميدان. ففي ميدان الفنون البصرية، مثلا، يقوم المجال - أي أصحاب صالات العرض والوكلاء والأشخاص الذين يعملون في الدوائر الفنية والنقاد وبقية الفنانين - يقومون باختيار بعض الأفراد على أنهم جديرون بالاهتمام. وهكذا، تم الاعتراف ببابلو پيكاسو على نطاق واسع، على انه أستاذ ضمن «ميدانه»، من قِبَل أصحاب صالات العرض ورفاقه من الفنانين أمثال ماتيس والنقاد (الذين يشكلون «المجال»).

ولا يمكن فهم الإبداع، وفهم الفرد الذي يتمتع بدرجة عالية من الإبداع، إلا بتحليل التفاعل الديناميكي للفرد ضمن نقاط المثلث الثلاث التي تحدد أن الفرد «مبدع». ويشكل هذا

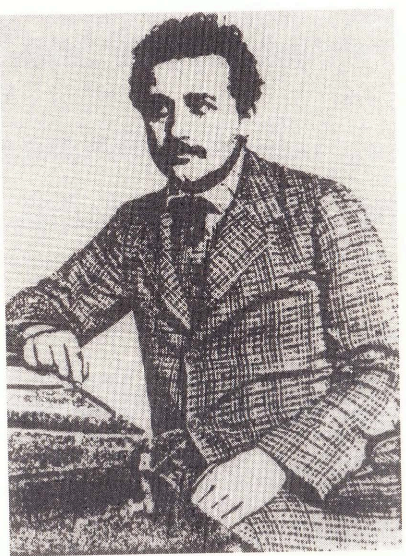
التفاعل المعقد الأساس لتحليلي الخاص لظاهرة الإبداع.

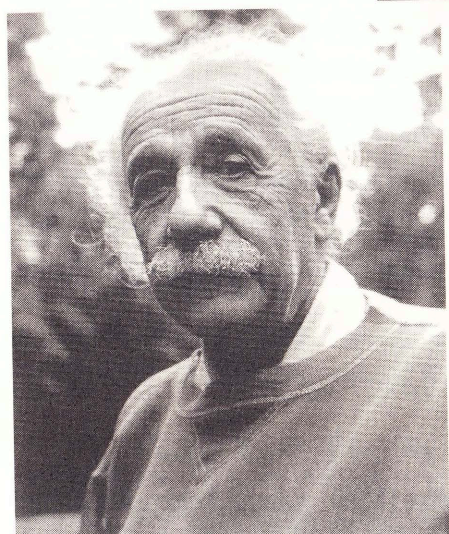
المجددون السبعة: من صاغوا شكل العالم المعاصر

الموضوع الفعلي لهذا البحث هو دراسة حالة case study لسبعة أشخاص أدت أفكارهم، التي بلغت منزلة رفيعة من حيث الابتكار، إلى صياغة شكل العصر الحديث. وبعد أكثر من خمس وعشرين سنةً قضيتها في تحليل خلفياتهم، تمكنت مؤخراً من إنهاء هذه الدراسة. إن الأفراد، الذين تشملهم هذه الدراسة، لم يقفوا عند حد إتقان الفرع المعرفي، أو الميدان، الذي كانوا يعملون به، بل قاموا بتغييره. وفي بعض الحالات، قاموا حتى بإيجاد ميدانهم الخاص.

إذا كنت لا تستطيع تمييز هؤلاء الأشخاص السبعة، فقد تساعدك صورهم على ذلك. لقد وضعت لكل منهم صورتان بحيث يمكنك رؤية هؤلاء الناس وهم في مقتبل العمر، أي عندما كانوا مجهولين نسبياً «يؤدون ما هم بصدد القيام به»، ورؤيتهم بعد أن تقدموا في السن وبعد أن «أنجزوا ما كانوا بصدد القيام به»، رغم أن بعضهم تابع العمل.

في الصورة 3 ـ 6 يظهر أهم عالم فيزيائي نظريّ خلال القرن، ألبرت آينشتاين (1879 ـ 1955)، الذي قام، بالطبع، بتغيير أسلوبنا في التفكير بالعالم المادي. الصورة 3 ـ 6 أ تُظهر شاباً اسمه ألبرت، والصورة 3 ـ 6 ب، تُظهر عالم الفيزياء بعد أن أصبح آينشتاين: عبقري القرن العشرين الذي تحدَّت أفكارُه

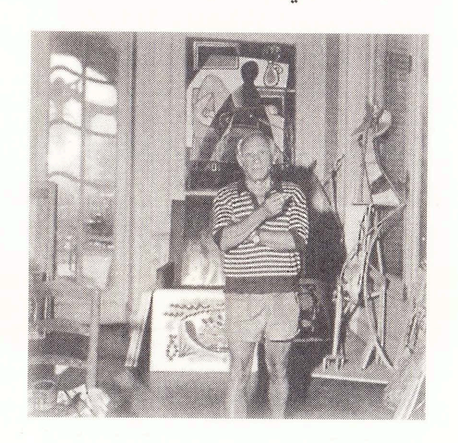




3 ـ 6 (أ) آينشتاين جالساً إلى طاولة المكتب في مكتب تسجيل البراءات في برن، 1905(تقدمة قسم السجلات الخاصة بآينشتاين، (ب) صورة آينشتاين في بداية خمسينيات القرن العشرين (تقدمة هالتون غيتي).

بعضَ أكثر مسائل الوجود جوهرية. وقد كان آينشتاين، بشهادته هو، إنساناً يهتم بظواهر العالم المادي كما يجري التعبير عنها بالحدود الرياضية mathematical terms. عندما كان شاباً، كان على خلاف مع أسلوب التعليم الرسمي التقليدي. وفي أواخر حياته، كان كل من في «المجال» يسعى للتقرب منه وأصبح ينعم بالاحترام الذي تمتع به نيوتن صاحب الصورة المعلقة على الجدار فوق سريره. كما تحول أيضاً إلى داعية سلام متقد الحماسة.

تُظهر الصورة 3 ـ 7 أ پيكاسو (1881 ـ 1973) في أواخر سني المراهقة. يُعَدُّ پيكاسو مثالاً على ظاهرة الطفل العبقري. إن تعبير «العبقرية الاستثنائية» prodigiousness يفيد ضمناً الموهبة التي تقارب حدود الإعجاز. أثناء طفولة بابلو پيكاسو،





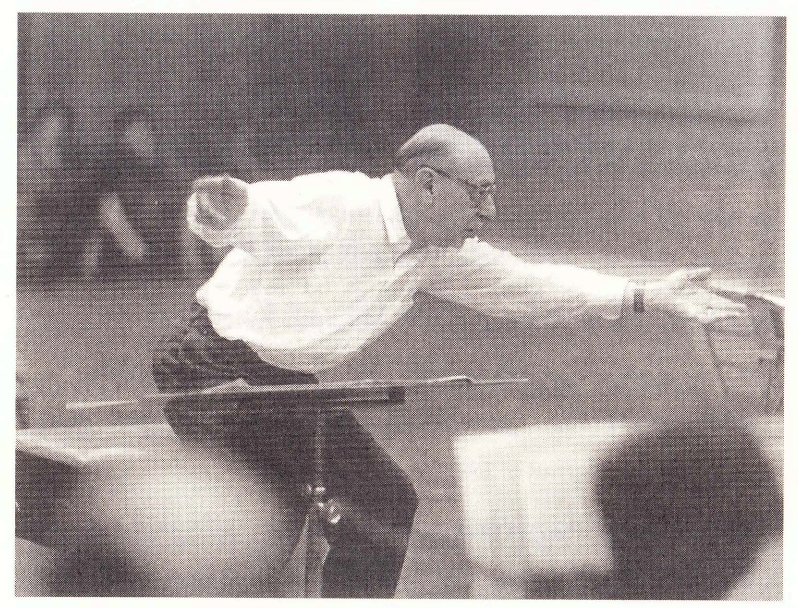
3 ـ 7 (أ) بيكاسو، 1904. عليها إهداء بخط يده إلى صديقيه الموسيقيَيْن، سوزان وهنري بلوك (تقدمة متحف بيكاسو، باريس، RMN (ب) بابلو بيكاسو، سنة 1955 (تقدمة هالتون غيتي).

كان رسمه يتفوق على رسم والده الرسام الأكاديمي صاحب الموهبة المتواضعة. أما الصورة 3 ـ 7 ب ـ ويمكن التعرف إلى من فيها مباشرة ـ فقد التُقِطت عندما تقدم العمر پيكاسو. وفي تلك الفترة كان قد قام بتطوير المدرسة التكعيبية (بالاشتراك مع جورج براك)، ورسم لوحة آنسات أڤينيون، التي أثارت جدلاً واسعاً، كما كان قد تجاوز حدود مجاله وأبدع لوحة غورنيكا، وهي تحفة تتميَّز بحداثة الأسلوب. عندما التُقطت الصورة 3 ـ 7 ب، كان پيكاسو يعتبر أشهر فنان في العالم.

تُظهر الصورة 3 ـ 8 أ إيغور سترافنسكي (1882 ـ 1971)، الذي ألف بعضاً من أكثر القطع الموسيقية تعبيرية في القرن العشرين، سنة 1920 عندما كان شاباً. قال هذا الموسيقي مرة وهو يتحدث عن عمله في التأليف: «أنا أؤلف لأنني خُلقت للتأليف ولا أستطيع القيام بشيء آخر. . . لا أدَّعي مطلقاً بأنه لا وجود لما يدعى بالإلهام. . . وإذا لم يكن بالإمكان الشعور بوجود الإلهام في البدء، فإن العمل يجتذب الإلهام». وتُظهر الصورة المعروفة 3 ـ 8 ب الفنان الناضج الذي اشتهر بمهارته في قيادة عزف موسيقاه الخاصة.

تُظهر الصورة 3 ـ 9 أ ت. س. إليوت عندما كان طالباً في جامعة هارڤارد، وكان قد بدأ بكتابة الشعر. اشتهر توماس ستيرنز إليوت (1888 ـ 1965)، وهو شاعر ولد في سانت لويس وعاش في أوروبا، بأنه مؤلف قصيدة الأرض الخراب The Waste Land- التي يعتبرها البعض من أكثر القصائد الإنكليزية





3 ـ 8 (أ) ستراڤنسكي في شبابه سنة 1920، (ب) صورة التقطها إيريك أويرباخ لستراڤنسكي أثناء تمرين مع الفرقة السيمفونية التابعة لهيئة الإذاعة البريطانية في 8 كانون الأول سنة 1958 في استوديوات ميدافيل (تقدمة هالتون غيتي).

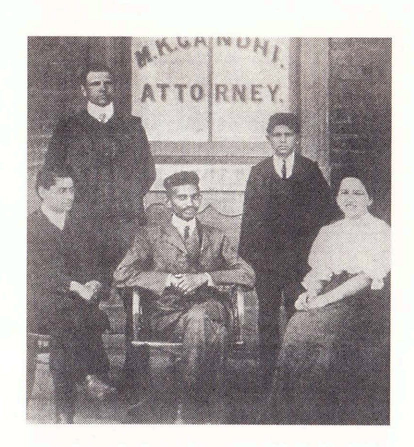
التي كتبت في القرن العشرين وقعاً في النفس. أما الصورة 3 ـ 9 ب فهي الصورة المعروفة أكثر للشاعر ت. س. إليوت وقد غدا أكبر سناً وأكثر جدية.

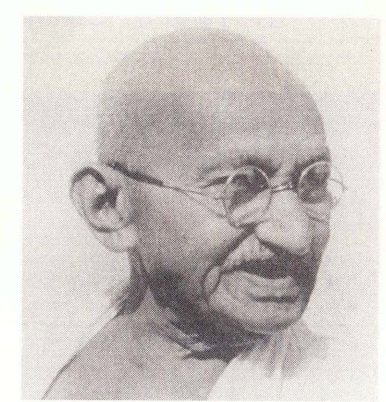




3 ـ 9 (أ) ت. س. إليوت في التاسعة عشرة من عمره (1907)، عندما كان طالباً في هارڤارد، (ب) إليوت بعد أن تقدم في السن (تقدمة هالتون غيتي).

يعتقد أولادي أن الرجل التالي هو بن كنغزلي، وهو الممثل الذي قام ببطولة الفيلم المأخوذ عن حياة غاندي، لكنه، في الواقع، المهاتما غاندي ذاته (1869 ـ 1948)، الرجل الذي شكّلت رؤياه دليلَ الهند إلى الاستقلال. كان رجلاً مخلصاً صادق العزم صادف نجاحاً لا بأس به، عندما كان محامياً شاباً. اتخذت حياته نمطاً تقليدياً إلى حد معقول حتى سنة 1905 تقريباً (الصورة 3 ـ 10 أ). فبعد أن اطّلع على مؤلفات راسكين



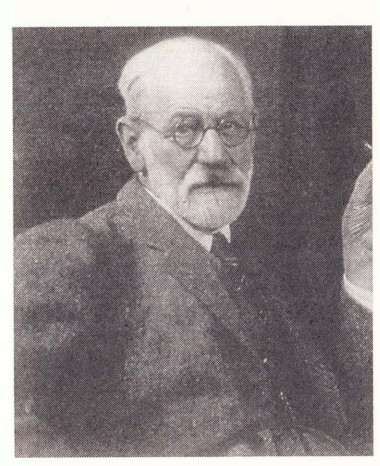


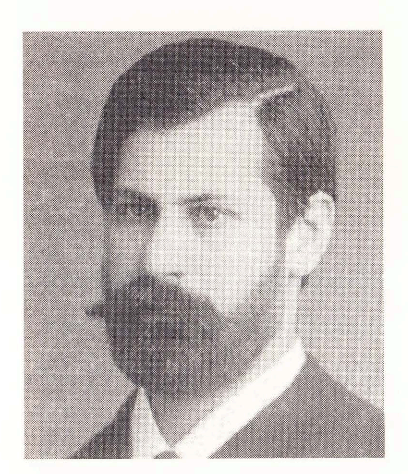
3 ـ 10 (أ) غاندي في جنوب أفريقيا، سنة 1903 (تقدمة هالتون غيتي، (ب) رأس غاندي (تقدمة هالتون غيتي).

وتولستوي وثورو، انتقل بعائلته الشابة إلى منطقة مشروع تطوير بمساحة 1100 فدان تبعد عن مدينة جوهانسبرغ مسافة 20 ميلاً. وعندها اتخذت حياته منحى مختلفاً، ترك تأثيره، في النهاية، على مسار القرن العشرين بأكمله (الصورة 3 ـ 10 ب)

إن حقيقةَ كوني عالم نفس ربما تحتِّم علي الحديث عن عالم نفس واحد على الأقل. وإذا ما تبادر إلى أذهانكم، للوهلة الأولى، اسم الطبيب الذي تحوَّل إلى عالم نفس، سيغموند فرويد (1856 ـ 1939)، فأنتم على حق. الصورة الأولى 3 ـ 11 أ هي صورة سيغيسموند الشاب (وهو الاسم الذي أُطلق عليه واحتفظ به حتى بداية سن النضوج). الصورة 3 ـ 12 ب هي صورة سيغموند فرويد، مؤسس حركة التحليل النفسي،

الذي كان يتآكله القلق بشأن بقاء المجتمع البشري ذي النزعة التدميرية المتأصلة فيه.





3 ـ 11 (أ) سيغموند فرويد الشاب، (ب) سيغموند فرويد بعد أن تقدم في السن (تقدمة متحف فرويد، لندن).

يتركز الجزء الرئيسي من بحثي حول الدراسة التي جِئْتُ على وصفها بإسهاب في كتابي، «عقول مبدعة» تشريح الإبداع كما يُرى من خلال سِيَر حياة كل من فرويد وآينشتاين وپيكاسو وستراڤنسكي وإليوت وغراهام وغاندي.

> لدى مقارنتي بين پيكاسو وفرويد، كنت أقوم عامداً بإظهار التباين بين شخصين يمثِّلان نوعين مختلفين من الذكاء: نوع لغوي منطقي في حالة فرويد، وآخر فراغي جسماني في حالة پيكاسو... كنت أتساءل عن الأسلوب الذي يتبدى به الإبداع من خلال الأنواع المختلفة من الذكاء. ومن قلب هذا اللغز المحير،

نشأَتْ فكرة إجراء دراسة مقارنة بين بضعة أفراد، يُمثِّل كلٌ منهم نوعاً مختلفاً من الذكاء البشري.

هوارد غاردنر، 1993

إنني معنيّ بفهم طبيعة العملية الإبداعية لدى هؤلاء الأشخاص، الذين أعتبرهم أمثلة لا يرقى إليها الشك للإبداع ذي المستوى الرفيع. ومن الطبيعي أن يكون البحث الذي أجريتُه مُوزَّعاً على عدة أجزاء. الجزء الأول: «كل الأفكار السابقة»، يُبرز ما سبق وقاله علماء النفس السابقون بشأن الإبداع، وهو لسوء الحظ لا يُوضح الكثير. ومن ثم أكرِّس وقتاً مماثلاً لما أدعوه بكل تواضع: «وجهة نظرنا»، رغم أن معظمه، في الواقع، هو وجهة نظري الخاصة التي تُشكِّل، من حيث الأساس، تحديداً للإبداع ضمن مفاهيم. ولدى الخوض في العلوم الاجتماعية والسلوكية أكثر فأكثر، تزداد أهمية مسألة التحديد ضمن مفاهيم لتشغَل حيزاً أكبر ضمن جوهر هذا الموضوع كما هو عليه في الوقت الراهن. وقبل أن أختتم البحث، أعدكم بأنني سأجيب عن سؤالين هما في يقيني أول ما يتبادر إلى أذهانكم. السؤال الأول هو «كيف تصبح مبدعاً؟...» والسؤال الثاني هو «هل أنت مبدع؟...» ابقوا معي إذاً...

كلُّ الأفكار السابقة

هنالك، في الواقع، مجالان في علم النفس يركِّزان

على مسألة الإبداع. المجال الأول هو القياس البسيكولوجي psychometrics، أو مفهوم القياس. وهو لا يفيد إلا بقدْر ما تفيد محاولات قياس الذكاء. لقد سخرت جانينا غالر من اختبارات حاصل الذكاء بأسلوب ممتاز، لذلك لا أراني مضطراً لأن أُكرِّر ماقامتْ به. ولسوء الحظ، تُعتبر اختبارات حاصل الذكاء رائعة بالمقارنة مع اختبارات الإبداع. السؤال الرئيس في أحد اختبارات الإبداع هو، «ما هو عدد طرق الاستعمال التي يمكن أن تتقَدَّم بها في ما يخُصُّ لَبِنة بناء؟...» إذا تقدَّمتَ بقائمة من طرق الاستعمال، وكانت مبتكرة، إذاً فأنت مبدع. وإذا لم تستطع، فلن تنال أية جائزة. إن اختبارات الذكاء قلما تُستخدم حالياً لأنها لا ترتبط مع كون المرء مبدعاً في دنيا الواقع، أي أنها ليست مُجْدية إلى حد كبير. ومع ذلك، فإن كلمة «إبداع» حينما تظهر في الفهرس في معظم كتب تدريس علم النفس، فإنها تشير فعلياً إلى اختبارات من هذا النوع.

قام أحد علماء القياس السيكولوجي، جوي ب. غيلدفورد، بتطوير تلك الاختبارات لإظهار أن بالإمكان قياس الإبداع بشكل مستقل عن الذكاء. ويعتقد علماء القياس البسيكولوجي أن هناك خاصية منحرفة perverse متعددة الأشكال تدعى «الإبداع»، وأنك إذا تمكنت من التقدُّم بكثير من الاستعمالات لِلَبِنة أو لمشبك ورق بإمكانك إذاً إنجاز أي شيء إبداعي. يُفترض بهذه الاختبارات أن تقوم بقياس أيِّ الأفراد

يتمتع بقابلية أن يكون مبدعاً، لكنني أعتقد أن هناك مغالطة متأصلة في وجهة النظر هذه. ومما يبعث على الأسى أن اختبار الإبداع ما يزال يترك تأثيراً كبيراً على علماء النفس.

والمجال الثاني الذي يركِّز على الإبداع، وهو مجال أعتقد أنه يثير الاهتمام لدى معظمنا، هو مجال «منظور التحليل النفسي» psychoanalytic. كان فرويد شديد الاهتمام بالإبداع، لا سيما في ميدان الفنون، كما كان يعتقد أن الأفراد المبدعين يتمتعون بشخصيات من نوع خاص، ولهم دوافع من نوع خاص أيضاً. إنهم يُصَعِّدون طاقاتهم إلى آفاق سامية: فبما أنهم لا يستطيعون الحصول على ما ينشدونه، يقومون بإبداع أعمال فنية أو أعمال علمية. وبشكل عام، كان فرويد يعتقد أن الأفراد الذين يحبون عملهم، هم أيضاً أشخاص يقومون بتصعيد طاقاتهم إلى آفاق سامية: فنحن لم نتمكن من الحصول على ما نريده فعلاً وفضَّلنا، عوضاً عن ذلك، أن نتوجَّه بأنظارنا إلى موضوعات بعيدة تحمل دافعاً جنسياً خفياً، على سبيل المثال:

> بعد أن أوضح فرويد أهمية النشاط الجنسي كحافز للسلوك البشري بشكل عام، لفت الانتباه إلى العوامل الجنسية التي تدعم الحياة الإبداعية. ويرى فرويد أن الأفراد المبدعين يميلون (أو هم مرغمون) على تصعيد كثير من طاقاتهم الانفعالية الأولية الجنسية الطابع libidinal لتأخذ مسارات «ثانوية»، كالكتابة أو الرسم أو التأليف الموسيقي أو البحث في معضلات علمية.

هوارد غاردنر، 1993

كان فرويد، إلى جانب ذلك، مأخوذاً بأوجه التماثل بين الفنان المبدع وبين الطفل أثناء لعبه. وأعتقد أن هناك بعض الحقيقة في ما يراه فرويد، بينما لا أحمل نفس الاعتقاد نفسه في ما يخص منظور القياس السيكولوجي. ولكن، في الوقت الذي يمكن فيه للخصائص التي يقول بها فرويد أن تنطبق على بعض الأشخاص المبدعين، يمكن لها أن تنطبق على أفراد غير مبدعين. ولا توجد، في الواقع، أية طريقة بسيطة للتمييز بين الأشخاص الذين يحققون مستويات عُليا من الإبداع وبين الأشخاص الذين لا يعدون كونهم عصابيين أو «مأخوذين». ولهذا، نرى أن آراء فرويد في ما يتعلق بالإبداع قد استأثرت بكثير من الاهتمام، وبقدر لا يستهان به من النقد.

إن الأسلوب الأحدث والأجدى هو «أسلوب المقاربة المَعْرفي» cognitive. ويرى هذا الأسلوب في الإبداع ظاهرة ذهنية إلى حد كبير: إما ظاهرة تقوم بحل المشاكل، أو أنها، أحياناً، تكشف عن المشاكل. والرأي العام السائد بين المعرفيين cognitivists هو أن الأشخاص المبدعين لا يختلفون، في حقيقة الأمر، عن بقية الناس. فلديهم الوسائل الأساسية نفسها والآليات الأساسية نفسها والذاكرة الأساسية نفسها وإلى ما هنالك. لكن بعض الأفراد اكتسبوا دراية بعد فترة طويلة من العمل الجاد مما يعني أن وسائلهم تتمتع بتوليف أكثر دقة أو أنها تستطيع العمل بسرعة أكبر. ويقضي المعرفيون شطراً لا بأس به من الوقت في محاولة اكتشاف

الآليات الفعلية الضالعة في النشاط الإبداعي، كما أنهم يُكثرون الحديث عن الطريقة التي يتعرَّف الأشخاصُ المبدعون بواسطتها إلى المشاكل وإلى «مجالات» الحلول. فقد أبرز بعض الباحثين المعرفيين، مثلاً، هذه المبادئ لدى تطبيقها في «ميادين» محددة، كارتجال موسيقى الجاز أو الكتابات التي تعتمد على الخيال. ووجَّه آخرون أنظارهم إلى «الرهانات» الاستراتيجية التي يقوم بها الأشخاص المبدعون، أو إلى الكيفية التي يقرر المبدعون بواسطتها متى يتابعون التحرّي ومتى يضعون حداً لخسائرهم ويحولون اهتمامهم إلى أمر آخر. وفي اعتقادي أن وجهة النظر هذه لا تعطي الموضوع كامل حقه، فلا يمكننا أن نميِّز بوضوح، من بين الأشخاص الذين يعملون بجد، من منهم سيتمكن فعلاً من الإتيان بما يعتبره الآخرون عملاً إبداعياً، ومن منهم لن يتجاوز مرتبة خبير رفيع المستوى، إن جاز التعبير.

اترك الآن العمل الذي لا يحظى مني بكبير اهتمام، إلى عمل أحدث أتوقع له نجاحاً مستقبلياً، لأصِلَ هنا إلى شخصين لا أظن أن اسميهما معروفان لديكم، وهما شخصان يقومان، في اعتقادي، بعمل جيد. الأول هو هوارد غروبير، وهو أحد تلاميذ جان بياجيه. انتهج غروبير سبيل العمل على حالات منفردة بصورة مكثَّفة. وقد كشف الفريق الذي يعمل مع غروبير النقاب عن عدد من المبادئ التي تبدو وكأنها تميِّز عمل كبار العلماء، مثل تشارلز داروين:

يتحدث غروبير عن أسلوبِ «المنظومات المتطورِّة» لدراسة الإبداع:

> أي أسلوب يرصد في آن معاً طريقة تنظيم المعارف في أحد الميادين، والهدف (الأهداف) الذي يرمي إليه الشخص المبدع، والتجارب المؤثرة عاطفياً التي يمر بها. وفي حين أن هذه المنظومات «لا ترتبط بإحكام» مع بعضها، إلا أن تفاعلها بمرور الوقت يساعد المرء على فهم حالات المد والجزر في النشاط الإبداعي على امتداد حياة بشرية مثمرة.

هوارد غاردنر، 1993ب

قضى غروبير عشرين سنةً في دراسة دفاتر ملاحظات داروين التي لا تتناول إلا فترة قصيرة (1837 ـ 1838)، وذلك في محاولة منه لاقتفاء مسار تفكير داروين ساعة بساعة. قضى عشرين سنةً في دراسة داروين، وعشرين سنةً في دراسة بياجيه، وهي امتداد حياته العملية. لقد بذل جهداً جهيداً.

أما عالم النفس، كيث سيمونتون، وهو يعمل في Davis Campus، في جامعة كاليفورنيا، فقد سلك أسلوباً مغايراً تماماً يُطلَق عليه، حسب الطريقة اليونانية، اسم القياس التاريخي historiometric. فأي سؤال قد يخطر ببالك بشأن الإبداع، يحاول سيمونتون قياسه لتحديد مقداره. فهو يقوم، بكل بساطة، بتجميع الحقائق ويحاول التوصل إلى القانون الأصلح للإجابة عن ذلك السؤال بعينه:

> وبأسلوب نموذجي، يقوم الباحثون الذين يأخذون بالقياس التاريخي، من أمثال سيمونتون، باستعراض طائفة كبيرة من المعطيات وذلك لتحديد ما هو العقد الذي يكون فيه الأشخاص المبدعون، خلال حياتهم، في أوج إبداعهم. لقد أدت الدراسات من هذا النوع إلى اكتشاف أن الإنتاجية تصل ذروتها، في العادة، بين الخامسة والثلاثين والتاسعة والثلاثين من العمر، غير أن هذه السمات العامة تختلف إلى حد ملحوظ عبر الميادين المتباينة للمعرفة: فالشعراء وعلماء الرياضيات يصلون الأوج في العشرينيات أو الثلاثينيات من العمر، بينما قد يصل المؤرخون أو الفلاسفة إلى الذروة بعد ذلك بعقود.
>
> هوارد غاردنر، 1993

وعلى ذلك، إذا أردت أن تعرف في أي عمر يُنتج فيه الشعراء أفضل أعمالهم، ينظر سيمونتون إلى أحوال 000 20 شاعر ويقول لك بأن ذلك يحدث، وسطياً، في السنة 32.6 من العمر.

إن عملي، في الواقع، هو محاولة لردم الهوة بين آراء غروبير المفصَّلة بشأن الأفراد المبدعين ودراسات سيمونتون الكمِّية الواسعة النطاق، التي جرت على أساس مجموعات شاملة من المعطيات. ويُدعى هذان الموقفان، تقليدياً، بالموقف الذي يركِّز على الفرد idiographic، والموقف التعميمي nomothetic. أبدأ البحث بإجراء دراسات حالات فردية، لكنني أقوم بذلك بشكل سريع، بل وسطحي، آملاً في أن أتمكن من استقراء بعض القوانين البسيطة المتعلقة بالعملية الإبداعية.

وعندما أتحدث عن سبعة أشخاص، فإن ما أرمي إليه هو الإيحاء ببعض القوانين التي قد تبدأ بالظهور إذا مضينا من الرقم 7 إلى الرقم 70 ثم إلى الرقم 700، ولو أننا قد لا نصل أبداً إلى رقم سيمونتون البالغ 70000 كما أنني لن أتوقف عند شخصين من المبدعين جرى تحليلهما بصورة دقيقة.

لقد تكلمنا بما فيه الكفاية عن الفكرة السابقة.

وجهة نظرنا: طريقة جديدة للتفكير بمسألة الإبداع

> ينشأ الإبداع عن تفاعل منظومة مؤلفة من ثلاثة عناصر: ثقافةٌ تحوي قواعد رمزية وشخصٌ يأتي ببدعة إلى الميدان الرمزي ومجالٌ من خبراء مؤهَّلين لإطلاق الأحكام، بإمكانهم التعرُّف إلى الابتكار وتأييده. إن العناصر الثلاثة ضرورية وذلك لكي تنشأ فكرةٌ أو مُنْتَجٌ أو اكتشافٌ تتسم جميعاً بالإبداع.
>
> ميخالي تشيكجينتميخالي، 1996

> وهكذا، فإن الإبداع لا يكمن في رأس (أو يد) الفنان أو ضمن ميدان الممارسة أو ضمن المجموعة التي تُطلق الأحكام: بل إن ظاهرة الإبداع يُمْكن لها أن تُفهَم - أو أن تُفهم، بكل الأحوال، بشكل أعمق - كدالَّة للتفاعل بين هذه العُقَد الثلاث.
>
> هوارد غاردنر، 1993

وما أود القيام به، في ما يأتي، هو وصف وجهة نظر جرى تطويرها خلال السنوات العشر أو الخمس عشرة الماضية بالاشتراك مع إثنين من زملائي، وهما ديڤيد فيلدمان من جامعة تافتس، وميخالي تشيكجينتميخالي، وكان في ذلك الوقت في

جامعة شيكاغو. هناك معطيات تبعث على الاهتمام نشأت عن وجهة النظر المذكورة، وأعتقد أنها ترتبط، بشكل أساسي، بالمفاهيم. إن وجهة نظرنا تُشكِّل أسلوباً للتفكير بمسألة الإبداع ويجب أن يتم تحليلها بداية على هذا الأساس. وبهذا المعنى، يُعتبر أسلوب المقاربة هذا مغايراً إلى حد كبير لمجمل الأفكار المُقدَّمة في هذا الكتاب.

يمكنني أن أُعرِّف تعبير «الفرد المبدع»، الذي أستخدمه، بأنه فرد، أو شخص موهوب يقوم بشكل منتظم، بإيجاد حلول للمشاكل أو بصنع منتجات ضمن ميدان ما، بطريقة تكون مبتكرة في البداية، لكنها تصبح مقبولة في نهاية الأمر ضمن بيئة ثقافية واحدة على الأقل.

سنعمد الآن إلى تحليل هذا التعريف. الفكرة الأولى: العمل الإبداعي هو شيء يجري بشكل منتظم. وكما يقول داماسيو: الأشخاص المبدعون لا يقومون بشيء لمرة واحدة في حياتهم ـ إنها طريقة للوجود ـ ومن المهم جداً أن ندرك ذلك. الأفراد المبدعون يجدون حلولاً للمشاكل، لا يختلف اثنان على ذلك، إضافة لأنهم يكتشفون وجود مشاكل ويصنعون منتجات. ولسوء الحظ، يصعب على علماء النفس دراسة المزيَّتيْن الأخيرتين لأن عزل مشكلة ما، أو تأليف سيمفونية عظيمة، أو إنشاء منظمة ما يستغرق أشهراً أو سنوات أو عمراً بكامله، ولا يُحسن علماء النفس كثيراً دراسة ظواهر من هذا النوع.

لعل أهم كلمة وردت في التعريف الذي جئت به هي كلمة «الميدان». لقد سبق وناقشنا هذا التعبير، لكني سأعود لإيراده بإيجاز، تعبير «الميدان» يعني نشاطاً منظماً ضمن مجتمع ما يضم مستويات من الخبرة ومراحل من التطور، كما يضم، بوجه عام، منظوماتِ رموز يستخدمها الأشخاص ضمن ذلك الفرع المعرفي في عملهم. والأفراد الذين يرغبون في أن يكونوا مبدعين، والذين اتفقت الآراء على كونهم مبدعين، يعملون ضمن ميادين.

نصل في النهاية إلى الجزء الأخير من التعريف: يمكن القول بداية، أن أسلوبَ مقاربة يعتمد فكرة حل المشاكل لهو أسلوب جديد إن لم نقل أسلوب غريب، لكنه يصبح مألوفاً في النهاية. وهو لا يلقى قبولاً كاملاً من الجميع، لكنك عندما تضيف البيئة الثقافية إلى التعريف يصبح شديد الإغراء، لأن المقولة الأساسية فيه هي أن الأحكام المتعلقة بالإبداع هي شيء نسبي من الوجهة الثقافية. الفرد المبدع يتم الاعتراف به من قِبَل مجموعات أُعبِّر عنها على الدوام بكلمة «المجالات». إذاً، هذا التعريف الذي يبدو بريئاً في الظاهر، هو حقل ألغام، وقد كان طلابي وآخرون غيرهم، يجدون متعة في كشف الألغام.

سأمر على الفكرة التالية بسرعة لأنها تَرِدُ في معظم الفصول تقريباً: الإبداع لن يُفهم أبداً من منظور فرع معرفي واحد، وكلما ازداد ما نعرفه من الفروع المختلفة، توفرت لدينا

فرص أفضل وأكثر لكي نفهم، على الأقل، مسألة الإبداع العظيم التي تثير اهتمامي. ويتضمن ذلك أربعة مستويات من التحليل، على أقل تقدير. التحليل الذي أجراه كل من بفننغر وداماسيو كان عند المستوى ما دون الشخصي sub-personal (علم الوراثة وعلم بيولوجية الجملة العصبية) وعند المستوى الشخصي personal (نفسي، معرفي، الهوية الشخصية personality، الدافع). وهناك مستويان، لم يجر الحديث عنهما بشكل معمق، يتميزان بوجود ما سأدعوه أنا منظور فيلدمان/ تشيكجينتميخالي/غاردنر. وضمن هذا المنظور، يقوم المرء بالتركيز على تلك التراكيب المنظَّمة في المجتمع التي تدعى بـ«الميادين». مثلاً، كل ما هو معروف عن الفيزياء، وكل ما يجري إنجازه في مجال الفيزياء، كل ما هو معروف أو ما يجري في مجال الرياضيات، كل ما هو معروف أو ما يجري في مجال الرقص أو الموسيقى أو الرسم، كل ذلك يشكل جزءاً من «ميدان». يعمل الناس ضمن «ميادين» أو فروع معرفية مختلفة. يتقن الناس عناصر الفروع المعرفية التي يعملون فيها ومن ثم يواصلون العمل لتحدي أو تغيير تلك «الميادين» أو الفروع المعرفية التي يعملون ضمنها.

وفي النهاية، يجري الحُكْم على أعمال المفكرين المبدعين ضمن الميادين من قِبَل مجموعات أو أفراد، أدعوهم أنا «المجالات». يقوم المُحكَّمون والمحررون واللجان ذات الأهلية ولجان الجماعات المهنية وأصحاب صالات العرض والنقاد في

الصحف والمعاهد، يقومون جميعاً بإصدار حكم على نوعية وملاءمة العمل المقدَّم الذي يجري تداوله.

في أواخر ثمانينيات القرن العشرين، حقق تشيكجينتميخالي تقدماً مهماً يتعلق بالمفاهيم ضمن مجال الإبداع. فقد كان اقتراحه هو أن السؤال الذي يجب أن يُطرح ليس: «ما هو» الإبداع بل «أين» يكمن الإبداع؟... وكان رأيه (عكس ما يمكن أن يكون اعتقادكم) أن الإبداع لا يكمن في الرأس، ولا في الدماغ. وكما ألمح عدد من الأشخاص بشكل عَرَضي، بإمكانك معرفة كل دقائق الدارات العصبية الموجودة داخل رأس شخص ما، لكنك تبقى مع ذلك عاجزاً عن معرفة ما إذا كان هذا الشخص مبدعاً أم لا، رغم أن بإمكانك على الأرجح، أن تحكم بأنه ليس مبدعاً إذا لم يكن في رأسه أية دارات على الإطلاق.

لنعد إلى استعراض «مثلث الإبداع». إن للمفكرين المبدعين مواهب ينفردون بها، إنهم أناس لهم أدمغة وعقول وأرواح، وإلى ما هناك، يتعلمون تلك المواهب على يد «خبراء» من ضمن الميدان (أي، المدرسين والأساتذة ومن إليهم). وتتيح تلك المواهب للمفكرين المبدعين القيام بأمور، أي بصناعة منتجات، أو بتقديم أداء أو بحل مشاكل أو بقيادة الآخرين. وفي ما يتعلّق بهذا البحث. يجري الحكم على جميع تلك الأنشطة من قبل المُحكَّمين، أي «المجال».

وعلى امتداد فترة قد تطول أو تقصر، يتولى «المجال» انتقاء أفراد بعينهم، وانتقاء أعمال هؤلاء الأفراد، على أنها أهل للاهتمام. هناك قلة من الناس تقوم فعلاً بصياغة شكل «الميدان»، ويعني ذلك أنه ـ بعد عشر أو عشرين أو ثلاثين أو مئة سنة ـ عندما يقوم جيل جديد بدراسة الميدان، فإنه سيكون ميداناً مختلفاً. الفيزياء مختلفة بسبب آينشتاين، والموسيقى مختلفة بسبب سترافنسكي، والرقص مختلف بسبب مارتا غراهام، والرسم مختلف بسبب پيكاسو، والعالَم كما نعرفه مختلف بسبب غاندي. فالسؤال هنا لم يعد «ما هو الإبداع؟...» وعلينا بدل ذلك أن نسأل: «أين يكمن الإبداع؟.. يكمن الإبداع في الجَدَل dialectic أو الحوار dialogue القائم بين «المجال» وبين «الميدان» وبين الفرد. وأنا أتقدم هنا برأي يرتبط بالمفاهيم.

التحليل: المبدعون العظام

قمت بانتقاء الدراسة التي أجريتُها وفي ذهني اعتباران أساسيان. الاعتبار الأول: اختيار أشخاص ينتمون إلى نفس العصر بصفة عامة ـ العصر الحديث ـ متأثرين إلى حد كبير بثقافة أوروبا الغربية. والاعتبار الثاني هو أن كل واحد من الأفراد الذين جرى اختيارهم كان من المفترض فيه أن يعكس ما أدعوه بنوع مختلف من الذكاء. لن أثقل عليكم بمناقشة نظرية الأنواع المتعددة للذكاء، لكن النوع البشري، من حيث الأساس، قد

تطور بشكل تدريجي بحيث يصبح قادراً على التفكير بعدة أنواع من المضامين المختلفة في العالم، إن جاز التعبير (غاردنر، 1983 و1993). سأستعرض الآن، ثانية، أسماء الأفراد الذين قمت باختيارهم: إليوت؛ ويُفترض أن يُمثِّل اللُّغوي، آينشتاين؛ المنطقي/الرياضي، سترافنسكي؛ الموسيقي، پيكاسو؛ الفراغي، غراهام؛ الجسدي/الإحساس الحركي، غاندي؛ مجال التعامل مع الناس، فرويد؛ المجال النفسي الداخلي. ولا شك بأنكم تشاطرونني الرأي، حتى ولو لم تكن النظرية ككل تبدو منطقية بالكامل بالنسبة لكم، بأن الأشخاص الذين اخترتهم هم، على الأقل، أشخاص أدوا أنواعاً مختلفة من الأعمال.

وهكذا، فإننا إذا بدأنا بالفكرة القائلة إن كل مبدع يمثل ضرباً مختلفاً من الذكاء، أصبح من المهم معرفة الكيفية التي يُصار بواسطتها إلى الحكم على المواهب المتعددة بأنها متشابهة أو مختلفة وذلك بموجب أنواع أخرى من المعايير. وفي محاولة مني لقياس مدى الاختلاف بين أسلوبَيْ المقاربة المختلفَيْن ـ أي دراسات غروبير التي تُركِّز على الفرد، وقواعد المعطيات الشاملة الخاصة بسيمونتون ـ أطرح الآن التساؤل الآتي: ما هي التعميمات generalization التي تنطبق على كل المبدعين السبعة العظام؟... وما هي التعميمات التي تنطبق على بعضهم؟... وأيها يبدو كما لو أنه ينطبق على أكثر من واحد منهم؟...

إن الأساس الذي تقوم عليه دراستي هو سِيَر هؤلاء الأفراد المبدعين السبعة العظام. ويشكل ذلك محاولة من جانبي لوضع

نظرية من نوع ما حول الإبداع والعملية الإبداعية. لقد درست هؤلاء الأشخاص بأكثر ما يمكن من التركيز، ولجأت إلى مصادر ثانوية، حتى إنني لجأت لدى الضرورة إلى مصادر أولية. ولا شك بأن المصادر الأولية هي أكثر إمتاعاً، على أن الرجوع إلى دفاتر الملاحظات وأشياء من هذا القبيل يستهلك الكثير من الوقت، وكنت شديد الرغبة في أن أنجز العمل وأنا ما أزال على قيد الحياة.

لقد تفحصت بوجه خاص ما أدعوه بلحظات الاختراق breakthrough أي تلك الأوقات التي اكتشف فيها هؤلاء الأفراد السبعة، أو أبدعوا، شيئاً جديداً ترك في نهاية الأمر بصماته على الفرع المعرفي الذي يعملون فيه (أو حتى أوجدوا نوعاً جديداً من الفروع المعرفية، اكتشاف فرويد، مثلاً، لأسلوب التحليل النفسي).

وقد كان المبدأ الذي عملت بموجبه هو الإطار العام المتعلق بالمفاهيم الذي قدمته لكم، وهو النظر إلى الفرد بمنظار معرفي يأخذ بالاعتبار أبعاد شخصيته وإلى ما هنالك، والنظر إلى الميدان الذي يعمل الفرد فيه، وأخيراً، النظر إلى طريقة العمل ضمن المجال، أي إلى مجموعة الأفراد الذين يتولون إصدار الأحكام. وسأقوم بتلخيص نتائجي، بشكل أساسي، وفق تلك المصطلحات. لكن الواقع، كما تقول غالر، هو أن أكثر الجوانب إثارة في القيام بهذا النوع من الأبحاث هي حدوث ما هو غير متوقع، ولذلك فإنني سأعمد إلى مشاطرتكم

أربع أو خمس مفاجآت أسبغَتْ، بمعنى ما، قيمة مضاعفة على هذ البحث الذي يُجري دراسة حول عقول تتمتع بدرجة عالية من الإبداع.

صورة مبدع: أفكار عامة

> لقد شرَّفني أن أتلقّى رسالتك اللطيفة المؤرخة في 14 شباط، وقد ملأتني زهواً لأنني أحمل شعوراً بالإعجاب تجاهك وتجاه عملك منذ عدة سنوات، كما أنني تعلمت الكثير من عملك هذا. ولكن، يا عزيزي البروفسور تشيكجينتميخالي، أخشى من أنه سيكون علي أن أخيب أَمَلَكَ. فقد لا أستطيع الإجابة عن أسئلتك، قيل لي بأنني مبدع، ولست أدري ما الذي يعنيه ذلك...... أنا أكدح باستمرار.. آمل بألا تظن بأنني وقح أو فظ إذا أخبرتك بأن أحد أسرار الإنتاجية (التي أؤمن بها في الوقت الذي لا أؤمن فيه بالإبداع) هو أن يكون لدى المرء سلة مهملات ضخمة لتتكفل بأمر جميع الاقتراحات من أمثال اقتراحك، إن الإنتاجية، من خلال خبرتي، هي ألا يقوم المرء بأي شيء يمكن له أن يساعد الآخرين في عملهم، بل أن يُمضي جُلَّ وقته في العمل الذي هيأه الله له، وأن يحسن القيام به.
>
> بيتر دروكير، أوردها تشيكجينتميخالي، 1996

طفولة ليست بالاستثنائية

أود أن أقَدِّم لكم صورة عامة عن أولئك الأفراد السبعة المبدعين لأنني اكتشفت، ولدهشتي، أنهم متشابهون في ما يتعلَّق بسِيَر حياتهم. كما أنهم، بالطبع، يمثِّلون جميعاً نقيضاً دراماتيكياً لأطفال غالر الذين يعانون سوء التغذية. فهؤلاء

الأشخاص قد جاؤوا من بيوتات برجوازية (هذه أفضل كلمة يمكن التعبير بها)، أي بيوت مرفهة إلى حد معقول ومتماسكة نسبياً. لم يولد هؤلاء في مدن كبيرة، بل في الضواحي، في المناطق الريفية، لكن العائلات لم تكن، في الوقت نفسه، تعيش في مناطق نائية تجعلها جاهلة، بشكل أساسي، بما يدور في أماكن أخرى. كان المُقَرَّر الرئيس في كل بيت هو العمل الدؤوب. كانت بيوتات تؤْمِن فيها العائلات «بالأخلاقيات المتزمتة» Puritan ethic و«بالأخلاقيات البروتستانتية»، أو بيوتات يهودية تسعى نحو الارتقاء. كان يسود الحب والدفء، لكن ذلك كان يوجَّه دائماً نحو القيام بالعمل الواجب.

وعلى العموم، كان العمل وإتقان العمل أكثر أهمية من العمل في فرع معرفي واحد. فمعظم الآباء والأمهات لم يقوموا بدفع أطفالهم باتجاه جَعْلِهم أشخاصاً من نوع معين وذلك في ما يتعلق بالمهنة التي قد يختارونها، بل كانوا يدفعونهم باتجاه جَعْلِهم أناساً من نوع معين في ما يتعلق بعادات العمل والانضباط. كما أن المبدعين لم يكونوا على الدوام وثيقي الصلة بكلا الوالدين، والحقيقة هي أن معظمهم تربى في أحضان مربيات كان الأطفال يحملون لهن حباً يفوق حبهم لوالدَيْهم. وهكذا، يشترك كل هؤلاء الأفراد المبدعين في وجود أخلاقيات صارمة في ما يتعلق بالعمل، وببيوتات مريحة (لم تكن قائمة في المدن الكبرى ولا في أحياء الغيتو) كما أنهم كانوا ينعمون بالحب والحنان.

إبحار في مياه مجهولة: الاختراق

لقد تلقّى كلُّ المبدعين العظام تدريباً من نوع ما، وقد أشار أنطونيو داماسيو إلى ذلك في الفصل الخاص به. وما أثار اهتمامي بشكل خاص، هو أنهم جميعاً قد هاجروا إلى المدينة الكبيرة، وكأنهم قد انساقوا إليها بفعل السحر. وعندما كانوا في مقتبل العمر، عثروا على أشخاص شبيهين بهم. كانوا يذهبون إلى المكان ذاته، كما سارت حياتهم ضمن أنماط متشابهة. كانوا طليعة شبابية متمردة، كما تملكهم شعور بأنهم سيقومون، سوية، بخلق ثورة.

أما في لحظة الاختراق الفعلي، فقد كان هؤلاء الأفراد منعزلين (مع استثناء واحد سأعود للحديث عنه)، يناضلون وحدهم للإتيان بطريقة مبتكرة للتفكير بشأن الفرع المعرفي الذي كانوا يعملون فيه.

> كانت لحظة مشحونة بالتوتر، حيث تنعزل المُبدعة النموذجية عن أقرانها ويصبح لزاماً عليها أن تعمل بمفردها. كانت تشعر بأنها تقف على حافة لحظة اختراق ما، لم تَتضح معالمُه بعد، ولاحتى بالنسبة لها.

هوارد غاردنر، 1993

لقد تذكرت هذا المقطع بقوة لدى سماعي عن تجارب بينوا مانديلبروت المبكرة.

في بداية الأمر، قد تتخذ الأفكار المبتكرة طابعاً افتراضياً أو لغوياً، ولكن عندما يأخذ المبدعون في شق طريقهم بصعوبة

نحو لحظة الاختراق، تصبح الأفكار دون شكل محدد كما يتعذر الإمساك بها. ينفرد المبدعون بأنفسهم لدى قيامهم بالبحث عن نوع ما من لغة جديدة أو منظومة رموز جديدة تفي بأغراض المشكلة التي هم بصدد حلّها، فعندما انفصل پيكاسو، مثلاً، عن براك وقام بأول اختراقاته الفريدة، استخدم رموزاً معروفة بطريقة مبتكرة (ألواناً متنافرة وأشكالاً مهشمة)، في تلك اللحظة لم يفهم الفنانون ولا النقاد حقيقة ما فعله، ولا هم اقتدوا به.

يكفي حالياً ما ذكرناه بشأن التشابه المدهش بين سِيَر حياة هؤلاء السبعة العظام. سأذكر نقطة أخيرة لا تحمل أهمية كبيرة: بالنظر للأسلوب الذي اتّبعتُه لدى اختيارهم، فإنهم جميعاً عاشوا في الفترة نفسها تقريباً كما تأثروا بالجو الثقافي نفسه.

أكثر من نوعٍ من الذكاء

كان افتراضي أن هؤلاء المبدعين السبعة يختلفون عن بعضهم البعض في أنواع الذكاء التي تتبدى فيهم، وقد اخترت هؤلاء الأشخاص لقناعتي بأن كلاً منهم يُمَثِّل أحد أنواع الذكاء السبعة المذكورة بشكل مُفصِّل في كتابي السابق «أُطُر العقل» (غاردنر، 1983). غير أنني قمت بدراسة أحوالهم لدرجة كانت كافية كي ألاحظ أن كل أولئك الموهوبين كانوا يتمتعون بأكثر من نوع واحد من أنواع الذكاء المتطور إلى درجة عالية، وأن العمل الذي يساهم فيه المبدع، أو الإنجاز، كثيراً ما يعتمد على

وجودٍ متجانس لأكثر من نوع واحد من أنواع الذكاء بشكل متجانس. ويبين الجدول 3 ـ 2 ملخصاً تقريبياً لصورتهم الفكرية العامة

	نقاط القوة	نقاط الضعف
فرويد	لغوية، شخصية	فراغية، موسيقية
آينشتاين	فراغية، منطقية	شخصية
بيكاسو	فراغية، شخصية، جسمانية	دراسية
سترافنسكي	موسيقية، نواحٍ فنية أخرى	
إليوت	لغوية، دراسية	موسيقية، جسمانية
غراهام	جسمانية، لغوية	رياضية، منطقية
غاندي	شخصية، لغوية	فنية

الجدول 3 ـ 2 الصورة الفكرية العامة للمبدعين السبعة العظام

إن لدى جميع هؤلاء الأفراد، الفائقي الابداع، نقاط ضعف، ربما باستثناء سترافنسكي. كانت نقطة ضعف فرويد هي كرهه للموسيقى، فقد كان يحب اقتناء التحف الفنية وارتياد المسرح، ولكن عندما أزعجه صوت عزف شقيقته وهي تتدرب على البيانو، قامت عائلته، الحريصة على مشاعره، بإبعاد البيانو من المنزل. لا شك بأن ذلك يكشف لنا شيئاً ما حول فرويد، لكنه يكشف أيضاً شيئاً عن العصر. ففي ذلك العصر، كان من الصعب جداً على النساء الحصول على ما كانت ڤيرجينيا وولف تدعوه بـ «المجال الخاص». لا شك بأن شقيقة فرويد، كشقيقة شكسبير، لم تحظ إطلاقاً بفرصة عادلة لتكون على قدر كبير من

الثقافة. وهذه نقطة في غاية الأهمية، وهي تفسر سبب كون ستة من أصل سبعة من الأفراد المبدعين، الذين اخترتهم، رجالاً.

فترات من عشر سنين

لا يتوفر لدي الآن الوقت ولا المجال الكافِيَيْن لاستعراض التفاصيل التي سجَّلتُها في دراستي.

و يمكنني القول بإيجاز، إنني تمكنت في تلك الدراسة من إلقاء نظرة على أنماط الحياة التي عاشها السبعة الكبار ومن اقتفاء مسار إبداعهم عبر العقود. وقد وجدت أن الأمور كانت تسير على فترات زمنية تقريبية تصل إلى عشر سنين وذلك اعتباراً من اللحظة التي بدأ فيها هؤلاء بالعمل في الميدان الذي اختاروه.

هناك ملاحظتان على ما ذُكِر. الأولى، هي أنه ضمن مجالات معينة، وبخاصة مجال الفنون، يبدو المبدعون وكأنهم يستمرون إلى الأبد، ولعل الشعراء هنا يشكلون الاستثناء، شيلي وكيتس على سبيل المثال. غير أنه في ما يتعلّق بالرياضيات والعلوم، يبدو الاستمرار على فترات تصل إلى عشر سنين أمراً أكثر صعوبة. أما الملاحظة الثانية المثيرة للاهتمام، وإن تكن من باب التخمين، فهي تتعلق بالشبكات والارتباطات العصبية، وبالمتطلبات اللازمة لإيجاد تركيبة تكون، إن جاز التعبير، متوازنة أو مستقرة. إن نوعاً جديداً من الاستقرار أو التنظيم لا يمكن أن يحدث بين عشية وضحاها، قد يحدث على فترات

تمتد إلى عشر سنين (وهذا طبعاً لا يعدو التخمين). ولكن، بعد إحداث ما يكفي من الفوضى، تصبح الأمور في حاجة إلى بعض الوقت لتعود للاستقرار، وهذا ما يدعوني للاعتقاد بأن لحظات الاختراق تبدو كما لو أنها تحتاج إلى فترات زمنية أطول، حتى ولو كان المبدعون العظام لا يتوقفون عن الإبداع.

التركيز على الشخصية

أحب عملي حباً عنيفاً يتجاوز حدود المعقول، حب الناسك لقميص الشعر الذي يخدش جلده.

غوستاف فلوبير (أوردها غاردنر، 1993)

سأقوم الآن بمناقشة شخصيات هؤلاء الأفراد السبعة ودوافعهم سواء منها الواعية وغير الواعية. رغم اختلافهم من الوجهة المعرفية ـ وقد سبق وناقشنا حقيقة أن كلاً من هؤلاء السبعة كان يحمل ذهنية شديدة الاختلاف عن الباقين ـ إلا أن السبعة جميعاً كانوا متشابهين لدرجة تبعث على الدهشة لدى النظر إليهم من زاوية الشخصية personality.

كان المبدعون السبعة الكبار يتميزون بالطموح والدأب إلى درجة لا تصدق، كما أنهم أصبحوا أخشن عوداً مع تقدمهم في السن. وعندما وصلوا إلى مرحلة النضج في نشاطهم الإبداعي، كانوا لا يلقون بالاً إلى ما يقوله الآخرون، إلا في حال وجود انتقاد ما. كما أنهم كانوا، من حيث الأساس، يتمتعون بسماتٍ شخصية متشابهة وصعبة المراس إلى حد يثير الدهشة.

وهنا يثور نقاش يتعلق بدرجة الجهد المبذول في سبيل تقديم أعمالهم إلى الآخرين. لقد كان المبدعون السبعة يدركون أهمية لفت انتباه الآخرين ضمن مجالهم (كما أسميناه) إلى ما يقومون به من عمل. لقد قضى هؤلاء شطراً لا بأس به من الوقت من أجل التأكد من أن «المجال» يعرف ما كانوا يقومون به، كما وتأكدوا من أن أنشطتهم كنت تحظى باهتمام تلك الجماعة من الأفراد الذين كانوا يقوِّمون الآخرين، أي الأشخاص الذين يصدرون الأحكام والنقاد وما إلى ذلك. وقد راوحت جهود المبدعين ما بين تقديم أعمالهم إلى الناس بدرجة معقولة إلى إجراءات كانت فعلاً خارج حدود المعقول. وقد قمت بتصنيف المبدعين الذين أتحدث عنهم حسب ترتيب تقريبي، كما يبين الجدول 3 ـ 3.

تقديم أعمالهم إلى الآخرين بدرجة معقولة					تقديم أعمالهم إلى الآخرين بدرجة غير معقولة
آينشتاين	بيكاسو	إيليوت غراهام	سترافنسكي	غاندي	فرويد

جدول 3 ـ 3

ويبدو آينشتاين في أدنى درجات هذا الترتيب بينما يتربع فرويد على القمة. وقد كان بعضهم محظوظاً لدرجة قيام شخص آخر (والد أو زوجة أو مساعد) بتقديم أعماله إلى الآخرين، وإلا فإنهم كانوا يبحثون عمن يساعدهم في ذلك. لربما كانوا منزوين أو منعزلين، لكنهم كانوا بحاجة لغيرهم لتقديم أعمالهم إلى الآخرين.

ولدى تَقَدُّم هؤلاء المبدعين العظام في السن، تحولوا إلى أشخاص ـ وأقولها من باب التهذيب ـ يفتقرون إلى الكياسة. ويحتل پيكاسو المكانة القصوى في ذلك. ويبدو أنه كان يستمد لذة سادية، إن لم نقل إلهاماً إبداعياً، من إزعاج الآخرين. وحتى إن شخصاً مثل غاندي، وهو الذي كان يحب البشرية جمعاء، كان صعب المراس لمن هم حوله. وقد اخْتَزَلَتْ صحيفة الغارديان نظريتي إلى عنوان يقول «آينشتاين يساوي عبقرية طُرِحَ منها اللطف». كما أن حياتهم الأسرية كانت تحفل بكثير من الفواجع، بل إن حوادث الانتحار، في الواقع، اكتنفت حياة جميع أولئك الأشخاص، فقد كانت هالة «الحرارة» المنبعثة منهم تبعث الإثارة في النفوس بحيث تجذب إليهم الناس الذين ما إن اقتربوا حتى شعروا بلسع الحرارة أو احترقوا بالكامل.

وفي اعتقادي أن آينشتاين كان، من نواحٍ معينة، دمث الطباع، غير أنه كان غارقاً في أفكاره الذاتية وذاهلاً عن الغير. ولم تكن فكرة البقاء وحيداً تزعج آينشتاين، بل إنه في الحقيقة لم يكن وثيق الصلة بعائلته، كان شديد الانزواء. وإذا أردت أن تُنْشئ طفلاً مبدعاً، فقد ترغب في حساب مدى احتمال قيامه بزيارتك في المشفى إذا مرضت.

تَبَيَّن إذاً، أن هؤلاء الأشخاص يتمتعون بشخصيات متشابهة لدرجة تبعث على الدهشة.

الإبداع: الميادين الموسَّعة والميادين الجديدة

أود أن أضيف شيئاً إلى ما قلته عن «الميدان» و«المجال»، ثم أُنهي الموضوع بذكر الأمور التي وجدتها مثيرة للدهشة. أولاً، كان للمبدعين تجارب جد مختلفة، ضمن «الميدان». هناك بعض الأشخاص، مثل پيكاسو، ممن عملوا ضمن «ميدان»، وأعني هنا الفن، كان موجوداً قبل أن يبدأوا هم العمل بزمن طويل. لقد غَيَّر پيكاسو «الميدان»، لكنه لم يضطر للتفكير بالعمل ضمن «ميدان» جديد. تعامل پيكاسو مع الألوان والتراكيب والخطوط والأشكال، وهكذا فعل الفنانون الذين اتبعوه.

وفي المقابل، نجد أن فرويد أوجد فرعاً معرفياً خاصاً به. لقد انتقل من ميدان إلى آخر طوال فترة تقارب العشرين سنةً. لم يحظ قط بالقبول الذي كان يتمناه، ولم يُنجز ما يحقق فكرته بشأن القيام بإسهام عظيم. وفي النهاية، أَوْجَدَ «ميداناً» جديداً دعاه بـ «التحليل النفسي»، لم يكن موجوداً من قبل. كما أنه أوجد «مجالاً» جديداً، وهم زملاؤه من المحللين النفسيين الذين كانوا يتولون إصدار الأحكام ليس فقط على من هو جيد بل على من يمكن أن يصبح محللاً نفسياً. وهكذا، فإن فرويد كان، من هذه الناحية، على النقيض من پيكاسو.

وفي ما يتعلق بمارتا غراهام، فإن ما جرى كان مثيراً للاهتمام تماماً. كان الرقص موجوداً بالطبع، لكن الرقص

الحديث لم يكن قد وُجِدَ بعد. كان الأمر نوعاً من الحركات ابتكرتها غراهام ومجموعةٌ صغيرة من الراقصين الملتزمين، إضافة لمجموعةٍ من النقاد العاملين في صحف نيويورك، الذين قالوا بأن شيئاً جديداً يحدث، وبأن عليهم أن يكتبوا عنه:

> بينما كانت غراهام وزملاؤها يقومون بوضع مخطط الميدان، قامت مجموعة صغيرة من المشاهدين ذوي التأثير بانتحال صفة «المجال» وذلك لإطلاق الأحكام على الأشكال الجديدة. وقد نَدَرَ أن أثبت عملُ مجموعةٍ صغيرة من النقاد أنه ذو تأثير حاسم في مسار شكل فني بعينه. (وقد يكون التشبيه الأقرب هنا هي الجماعة التي قامت بنشر فكرة التكعيبية قبل عقدين من الزمن).
>
> هوارد غاردنر، 1993

بدأ جون مارتن يكتب بانتظام عن الرقص في صحيفة نيويورك تايمز، كما أصبحت ماري واتكنز الناقدة الجديدة للرقص في صحيفة نيويورك هيرالد تريبيون. حيث صرحت قائلة: «لقد كفَّ الرقص عن كونه في منزلة ابن الزوج السابق بالنسبة للفنون»، وخصَّ مارتن مارتا غراهام بتقدير خاص عندما كتب يقول: «لم يسبق لراقصة أخرى أن لامست الحدود التي قامت غراهام بإيصال مجال الحركة إليها». (هوارد غاردنر، 1993).

لقد أوجد فرويد «ميدانه» الجديد الخاص به، بينما قام كل من پيكاسو ومارتا غراهام بتوسيع حدود «ميدانيهما» بأن أضافا أبعاداً جديدة إلى فروع معرفية كانت قائمة سابقاً.

إحداث ثورة ضمن المجال

إليكم الآن بضعة تعليقات على المجال. عندما كنت طفلاً، كانت إحدى بطاقات البيسبول التي أجمعها تقول إن إثني عشر شخصاً فقط كانوا يفهمون نظرية النسبية لآينشتاين، وأعتقد أن البطاقة أوردت أسماء أولئك الأشخاص. والواقع أن وجود قِلَّة من الأشخاص فقط، ممن يفهمون ما كان آينشتاين يقوم به، لم يكن بالشيء المهم، فقد كان «المجال» ضيقاً. وكان يكفي أن يصرِّح عالم الفيزياء ماكس بلانك، الذي كان يتمتع بالاحترام وبعض علماء الفيزياء القلائل الآخرين، بأن نظرية النسبية العامة لآينشتاين هي نظرية جيدة.

أما مسألة بيكاسو والتكعيبية (التي أشرنا إليها بإيجاز في تعليقي على مارتا غراهام) فهي تثير الاهتمام لأن بيكاسو عندما قام برسم لوحة «آنسات أڤينيون» ـ وهي اللوحة الزيتية الضخمة التي تُعتبر أول مغامرة حقيقية له ـ أحدثت اللوحة رد فعل سلبياً ضمن «المجال» مما دفع به إلى إخفاء اللوحة عازفاً عن عرضها أمام الناس. وهذا مثال على قيام المحكّمين بالقضاء على شيء ما قضاء مُبرماً، لبعض الوقت. ويسترجع تاجر الأعمال الفنية دانييل هنري كزنفيلر الأحداث قائلاً:

> ما أود أن تدركوه فوراً هو مقدار البطولة الخارقة التي يتمتع بها رجل مثل بيكاسو، الذي كان يعيش، حينذاك، عزلة معنوية مخيفة، لأن أحداً من أصدقائه الرسامين لم يقتف خطاه. لقد اعتبر الجميع تلك اللوحة إما مخبولة أو شديدة البشاعة.

أوردها هوارد غاردنر 1993

ظل پيكاسو، لبعض الوقت، يرفض عرض اللوحة، لكنه لم يفقد إيمانه أبداً في الاختراق الذي حققه. لقد شعر بأن من المهم ركوب المخاطر وإحداث ثورة في الطريقة التي كان «المجال» يرى بها، وذلك عن طريق إبداع صور جديدة لا تلقى قبولاً.

كان آينشتاين وپيكاسو ومارتا غراهام يعملون في أرقى أنواع «المجالات» و«الميادين». ولكن ماذا يمكن أن يحدث عندما تحاول التأثير على ملايين الأشخاص كما فعل غاندي؟. . .و يثير ذلك مسائل مهمة. هل يمكن النظر إلى التجديد السياسي وفقاً لذات الاعتبارات الخاصة بإيجاد نظرية علمية أولتلك الخاصة بالابتكارات البارعة في مجال رموز الفن أو الرقص أو لتلك الاعتبارات الخاصة بتأليف قطعة موسيقية؟. . . وردي هو، «نعم، إذا نظرنا إلى الموضوع من كافة جوانبه».

> ... بعد النظر إلى الموضوع من كافة جوانبه، يمكن القول أن إضافة غاندي إلى المجموعة التي جرت دراستها، قد أضفت ثراء، لا ضعفاً، على هذا البحث... إن غاندي هو أستاذ مبدع أصيل بحق... ضمن الميدان الذي اختاره (الميدان الأخلاقي)... كان يحمل أفكاراً مشتركة معمَّقة جوهرية تتميز بالبساطة والثورية، لا توجد جماعة عرقية أو إثنية متفوقة بطبيعتها على مجموعة أخرى، لا يجب حلّ المنازعات عن طريق العنف، فالتسوية يمكن لها أن تقوي كلا طرفي النزاع. ولعل أكثر ما يؤكد فكرتي هو أن التجارب المحيطة بالإضراب والصوم في أحمد أباد تحمل ذلك الطابع المألوف الذي يميِّز المكوِّنات الجوهرية للاختراق الإبداعي... وهو العمل التجريبي لإيجاد لغة جديدة.

هوارد غاردنر، 1993

إن أفكار غاندي المعمقة حيال الكائنات البشرية تحمل شبهاً موازياً لأفكار آينشتاين المعمقة حيال النظام الطبيعي. ورغم ذلك، تبقى هناك بعض الأسئلة.

بعض المفاجآت

ضروب الإبداع

عندما بدأت العمل في الدراسة بشكل جدي في ثمانينيات القرن العشرين، كنت أحمل افتراضاً متسرعاً مفاده أن كل أشكال العمل الإبداعي تُمثِّل، بشكل ما، الشيء ذاته. لكنني لدى دراستي للمبدعين السبعة الكبار، اكتشفت سبعة مبدعين يؤدون خمسة أنواع من الأشياء المختلفة تماماً عن بعضها بعضاً. وعلى هذا، فإنني الآن عندما أفكر بالإبداع، لا يتجه تفكيري نحو أنواع متباينة من الذكاء فحسب، بل إنني أفكر أيضاً بأنواع مختلفة من المساعي الإبداعية.

ولعل جيمس واطسون وفرنسيس كرين يشكلان خير مثالين للعلماء الذين يستخدمون الإبداع لحل مشكلة بعينها. كانت المشكلة، في حالتهما، هي السؤال الآتي: «ما هو تركيب المادة الوراثية؟...» وقد قام آينشتاين أيضاً بشيء مشابه. غير أن كلاً من آينشتاين وفرويد كانا شخصين تجاوز تفكيرهما حد محاولة إيجاد الحل لمشكلة واحدة بعينها. كانا شخصين يتمتعان بدرجة عالية من الإبداع يحاولان صياغة منظومات عامة من المفاهيم يمكن لهما، ولغيرهما، استخدامها في ما بعد. وبالإمكان

تصنيف كثير مما يحدث في مجال العلوم ضمن هاتين الفئتين.

أما ما يقوم به الفنانون فهو شيء مختلف إلى حد ما. فهم يبدعون أعمالاً دائمة ضمن نوع genre معين، وهو في معظم الحالات نوع قائم أصلاً، كالرقص أو الموسيقى السيمفونية. وفي بعض الأحيان، قد تدخل تغييراتٌ جذرية على النوع، كما هو الحال في الرقص الحديث أو التمثيل الحديث، ليتحول إلى شيء جديد، وبالتالي، يصبح لا بد من وضع معايير للتعامل مع أنواع جديدة من منظومات الرموز أو مع لغة فنية جديدة.

ولكن ما أثار دهشتي إلى أبعد الحدود ـ وما كان لي أن أتوصل إلى ذلك لولا أن قررت دراسة كلٍّ من غراهام وغاندي ـ هو نوع الإبداع المرتبط بشكل وثيق بالأداء. فبالنسبة لمارتا غراهام، لم يكن يهمها سوى رقصها في تلك اللحظة التاريخية التي كانت ترقص خلالها، وكل ما عدا ذلك، كان أمراً ثانوياً. وهذا ما جعلها تحاول الرقص دونما انقطاع، وأدى بها إلى الشعور بالموت عندما توقفت عن الرقص نهائياً لدى بلوغها السبعين من عمرها، رغم استمرارها في تصميم الرقصات لفرقتها حتى وفاتها. وقد كان من المألوف للراقصات في جيلها أن يرفضن تسجيل أشرطة ڤيديو أو أفلام. ولهذا، لم تُلتقط لها أفلام سينمائية إلى أن تقدمت في السن إلى الحد الذي أقعدها عن الرقص. كانت تعتقد أن عملاً «يحكي سيرة المرء» لا يمكن له أن يوجد بمعزل عن الصور المتأصِّلة في لحظات الأداء المعينة أمام جمهور محدد. وكانت ترغب في أن تتبقى في

أذهان الناس تلك الصورة فقط خلال ذلك العرض الحي. وفي أيامنا هذه، ومع اعتماد الفنانين على المؤسسة الوطنية لرعاية الفنون، وعلى بقية الوكالات المموِّلة الأخرى، أصبح لزاماً أن يتم تسجيل كل شيء على أشرطة الفيديو، لكن ذلك لا يشكل الدافع للفرد المبدع.

ومن المهم هنا التمييز بين الراقص الطقسي ritualistic أو الفنان المسرحي، الذي قد يتحسن أداؤه أو يسوء كما أن بإمكانه أن يعود لتأديته في اليوم التالي، وبين الشخص الذي يؤدي عملاً ينطوي على قدر كبير من المخاطرة، يجازف فيه بأمنه وصحته، بل حتى وبحياته في سبيل إنجاز مهمة ما قد تكون حملة عسكرية أو مناظرة خلال حملة انتخاب رئاسية أو، كما في حالة غاندي، أداء سياسياً يحمل شحنة عالية من الخطر. عندما كان غاندي يواجه الناس عارياً أعزل أو صائماً، كان يتعين عليه بشكل أساسي، أن يقوم بذلك بحيث يحافظ على بقائه. لقد طوَّر مفهوم المقاومة السلمية Satyagraha كي يتمكن من تحقيق أهدافه لتغيير عقول الناس وسلوكهم، كما طور مفاهيم جديدة وصار يؤدي عملاً محفوفاً بالمخاطر:

> ربما حمل غاندي أفكاراً ذكية أو أفكاراً مشتتة لكن الأمر الذي شكل، في النهاية، السمات الرئيسة لإبداعه هو قدرته على الظهور بمظهر الجدير بالثقة أمام أتباعه، وأمام بقية العالم، وذلك بفضل المثال الذي قدَّمه في لحظات تاريخية محددة... وكما قال كليفورد غريتز في عبارته الشهيرة، أنه شكل من «الأداء البالغ العمق».
>
> هوارد غاردنر 1993

يُعتبر الإبداع من هذا النوع شديد الاختلاف عما يقوم به معظمنا. فالعلماء لا يُطلب منهم أن يقدموا أداء performance لأنهم يقومون بعملهم على مبعدة من الجمهور. وأنا حينما أحاضر، فإنني إنما أُقدم أداء بطريقة ما، لكن ذلك لا يشكل في حقيقة الأمر جوهر عملي، كما أنني لا أولي الأداء تلك العناية التي يوليها له شخص يعمل على خشبة المسرح، هذا إذا أغفلنا الشخص الذي يقوم بأداء ينطوي على مخاطر كبيرة.

وهكذا، كانت إحدى المفاجآت هي ذلك التصنيف للأنواع المختلفة من الأنشطة الإبداعية.

الأطفال العباقرة في مقابل المبدعين الناضجين

كانت المفاجأة الأخرى هي جواب السؤال: «ما هي العلاقة بين كون المرء طفلاً عبقرياً وبين كونه مبدعاً كشخص راشد؟...» ولو أنكم طرحتم علي هذا السؤال قبل أن أنهي هذه الدراسة، لكان جوابي: «أعتقد أن هؤلاء الأشخاص كانوا جميعاً، على الأغلب، أطفالاً عباقرة، أو أنهم كانوا قريبين من درجة العبقرية». وعندها سأكون مخطئاً. إن پيكاسو هو الوحيد من بين أولئك المبدعين السبعة العظام الذي يمكن وصفُه بأنه كان طفلاً عبقرياً، إلى حد ما. فقد بدأ آينشتاين الكلام في عمر متأخر نسبياً، ولم تصبح مارتا غراهام راقصة إلى أن بلغت العشرين. وفي الواقع، لم يكن لأحد أن يتكهن بما سيؤول إليه معظم هؤلاء السبعة عندما كانوا في سن العشرين. كان الناس

يعرفون أن آينشتاين سيصير عالماً، لكن معظم هؤلاء لم يدر بخلدهم أنه كان عبقرياً مبدعاً، كانوا يظنون أنه غريب الأطوار فحسب. ولم يكن الآخرون يختلفون عنه كثيراً. عندما كان غاندي في مقتبل العمر، كان طالباً لا مبالياً وكان من الممكن أن يذهب طي النسيان، وبدل ذلك، شرع في مرحلة قُدِّر لها أن تغير حياته، وحياة عصرنا بكامله.

إن معظمنا لا يُعتبر طفلاً عبقرياً ولا مبدعاً عظيماً، هناك قلة من الناس، مثل پيكاسو وموتزارت، بإمكانها التحلي بالصفتين معاً. والصورة الأكثر شيوعاً هي صورة أشخاص كانوا يعتبرون عباقرة أثناء طفولتهم لكنهم، كراشدين، لايقدمون شيئاً يبعث على الاهتمام بشكل خاص. ومن ناحية أخرى، نرى أن معظم المبدعين العظام كانوا أفراداً ممن لم يتصفوا بالعبقرية في طفولتهم لكنهم أصبحوا، في النهاية، مبدعين من الدرجة الاولى. وقد عبرتُ عن ذلك بقولي إن الطفل العبقري يعرف «الميدان»، لأن أحد الوالدين يعرِّفه عليه في العادة، لكن التحول إلى فرد مبدع عظيم يقتضي منه بناء شخصية تتسم بالتحدي لا بلين العريكة. وهناك قول رائع لغيلوم أبولينير، الذي أصبح من أخلص أصدقاء پيكاسو وكاتب سيرته. يقول أبولينير إن أصعب التحولات في الطبيعة البشرية هي اضطرار پيكاسو إلى التحول من طفل عبقري إلى شخص يتصف بالتحدي أو إلى شخص بإمكانه التفكير ملياً بشأن ما كان يقوم به:

إن الطفل العبقري ينصرف للعمل وهو جاهل بما يدور في طليعة «الميدان»، وفي الوقت الذي يكون فيه موهوباً إلى أبعد حد في المحاكاة، إلا أنه لا يمكننا أن نتوقع منه تجاوز حدود الأساليب التقليدية. لا شك بأن الطفل العبقري يقوم بالتركيز على ما يهمه هو شخصياً، أو على إرضاء «الآخرين من ذوي الأهمية» أو على إتقان مجموعة المبادئ الخاصة بالميدان وذلك بدل الانهماك في حوار أصيل مع الروّاد من المبتكرين المعاصرين، أو مع شخصيات تاريخية يمكن اتخاذها كمثال.

هوارد غاردنر، 1993

وقد توجب على موتزارت المرور بنفس النوع من التحول. إن الأشخاص الذين لم يتصفوا بالعبقرية في طفولتهم أصبحوا دؤوبين مجتهدين، وطموحين. كما توجب عليهم اختيار «ميدانهم» الخاص بهم، لكنهم لم يفعلوا ذلك بشكل اعتباطي، بل انتقوا «الميدان» من ضمن خيارات محدودة. ففرويد، مثلاً، من بين من قمت بدراستهم، كان أفضل طالب من بينهم كما كان أمامه المجال الأوسع من الميادين ليختار من بينها. إلا أنه لم ينجز شيئاً اعتبره معظم الناس إبداعاً عظيماً، إلا بعد أن خلق «ميدانه» الخاص به.

بيئة المبدع: الاتكال والانعزال

سبق وأشرت إلى أن هؤلاء الأشخاص ـ وبخاصة عند لحظة الاختراق الإبداعي ـ كانوا منعزلين إلى حد ما عن الآخرين. ولكن المفارقة التي شكّلت مفاجأة بالنسبة لي، هي أنهم كانوا جميعاً في تلك اللحظة بحاجة إلى من يقف بجانبهم

ليطمئنهم ويمسك بيدهم (بحنان) ليقول: «أنت بخير»، ويمسك بيدهم «بتفهُّم» ليقول: «هذه ليست بالأفكار الحمقاء. قد لا أفهم تماماً ما تقول، لكنك لست مخبولاً على الإطلاق». أحياناً قد يقدم لهم الشخص ذاته الدعم العاطفي والدعم المتفهِّم. وفي حالة مارتا غراهام، كان ذلك الشخص هو رجل يدعى لويس هورست، وهو أميركي من أصل ألماني، عمل لفترة طويلة عازفاً ومؤلفاً موسيقياً والمشرف غير الرسمي على فرقة رقص أخرى. ألَّف بعض القطع الموسيقية لغراهام كما أصبح صديقها الحميم، رغم أن العلاقة لم تتسم دائماً بالسلاسة. أما فرويد فقد تلقى دعماً متفهماً من رجل يدعى فليس، وقد أسرَّ له ذات مرة: «لم تتحرك ورقة شجر واحدة لإظهار أن «تفسير الأحلام» كان له أي وقع لدى أي شخص». لكن فليس لم يكن مصدر الدعم الوحيد لفرويد، فقد كانت أسرة هذا الأخير تدعمه بكل حنان.

إذاً، أنت بحاجة لأن يقوم الآخرون بمعانقتك عندما تشرف على هاوية وتسائل نفسك: «هل أنا أحمق؟...» كان هذا الاكتشاف بمثابة المفاجأة بالنسبة لي، اكتشافاً يعيد إلى الذاكرة، من بعض نواحيه - وهذا أقصى ما يمكنني أن أصل إليه في مجال التحليل النفسي - العلاقات الأولى التي تربط الأطفال بوالديهم أو بأقرانهم، وذلك لدى محاولتهم الإفصاح عن شيء لم يجر الإفصاح عنه سابقاً ومحاولتهم إبداع لغة جديدة يمكن للآخرين فهمها. وأعتقد أن ذلك يشكل، على نحو ما، جوهر

الجهد الإبداعي والرابطة التي تؤلف ما بين الفن والعلم. فالأفراد ضمن هذين العالمين، يسعون جاهدين لخلق لغة لا وجود لها بعد. وعليهم، بمعنى بالغ الأهمية هنا، أن يقوموا بذلك بأنفسهم، لكن عليهم، بمعنى آخر، التماس المساعدة. ويمثل ذلك نوعاً من التوازن يبدو شديد الإثارة.

والنقطة الأخيرة، والتي قد تبدو ميلودرامية إلى حد ما، هي أن جميع المبدعين السبعة العظام كانوا يكرِّسون حياتهم لأجل عملهم: وما لم تكن قد عايشت أشخاصاً من هذا النوع عن كثب أو أجريت دراسة عنهم، فقد يتعذر عليك إدراك مدى هوس هؤلاء بعملهم. ومع تقدم العمر، تفاقم الهوس حتى لم يعودوا يأبهون لأي شيء آخر. وأعتقد أن هذا هو السبب في كثرة المصائب من حولهم، وفي الشعور غالباً، في نهاية الأمر، بمشاعر الإحباط الناجمة عن كونهم أفراداً من هذا النوع.

الخلاصة: النتائج الأساسية

كان هؤلاء الأفراد، ويمثل كل منهم نوعاً مختلفاً من الذكاء، منصرفين إلى أنواع مختلفة من الأنشطة الإبداعية، التي راوحت ما بين حل المشاكل واكتشافها إلى خلق أعمال تتبع نوعاً genre معيناً، إلى تطوير نظريات أو أطر عامة، كما وتضمنت الأداء performance. وعلى خلفية كهذه لفت نظري ذلك القدر من التشابه الذي آل إليه هؤلاء المبدعون السبعة جميعاً، من حيث كونهم كائنات بشرية، أو ذلك الحد من

التشابه بين شخصياتهم. ما من شك في أنهم جميعاً كانوا يتمتعون بعقول عظيمة، وفي اعتقادي بأدمغة عظيمة أيضاً، مهما كان ذلك يعني. ولكن، في نهاية الأمر، لا أظن أن بالإمكان، فعلاً، فَهْم النشاط الإبداعي الذي كانوا ضالعين فيه ما لم تؤخذ بالاعتبار التفاعلات بين ما كانوا عليه كأشخاص، وبين «الميادين» التي اختاروا العمل ضمنها، أو أبدعوها، وبين «المجالات» التي كانت تطلق الأحكام بشأن عملهم وتتبادل الإشارات معهم.

> أين يكمن الإبداع؟... لقد كان الهمُّ الأساسي لـ «مثلث الإبداع» هو التحري عن الجدليات dialectics القائمة بين الفرد، أو الموهبة، وبين الميدان الذي يعمل الفرد ضمنه وبين مجال الخبراء المطّلعين الذين يقوِّمون الأعمال ضمن الميدان.
>
> هوارد غاردنر، 1993

بدأت الحديث بتقديم إطار «مثلث الإبداع»، أو «العقد» الثلاث التي تتفاعل وتشكل أساس المستوى الإبداعي للفرد. ويتضح من هذه الدراسة أن السؤال الأهم ليس «من هو المبدع؟...» بل «أين يكمن الإبداع؟...»، وهذا أمر لا يمكن تقويمه. كما أنه لا يمكن التوصل إلى قرار نهائي بشأن إبداع فرد ما دون إجراء نوع من التقويم بشأن أوجه التلاقي بين الفرد والميدان والمجال، ولا يحدث ما يمكن لنا أن نُسميه توافقاً تاماً في ما بينها إلا من حين لآخر فقط. إن الأمر الذي يبدو وكأنه هو العامل المُحدِّد لدى الفرد المبدع هي قدرته على استغلال

خلل واضح. وهكذا، تُظهر الدراسة أن التركيز على الفرد وحده، هو أمر عديم الجدوى.

وأخيراً، أود تأكيد أهمية الأشخاص الآخرين (أو قاعدة الدعم) عند لحظة الاختراق الإبداعي الأعظم لدى الفرد المبدع، وتأكيد أهمية التركيز الفائق الذي أولاه جميع اولئك الأشخاص السبعة لعملهم، والذي أدى بالتدريج إلى إقصاء أي شيء آخر:

> إذا شعر المرء بأنه يمتلك موهبة عظيمة (أو مسكوناً بها)، فقد يشعر أيضاً بأن للموهبة ثمناً يترتب عليه دفعه، كما أنه قد يسعى لجعل ذلك الميثاق جلياً وواضحاً قدر الإمكان. وفي الوقت نفسه، عندما يبذل المرء أقصى طاقاته الإبداعية، ليقوم بغزو مناطق لم تطأها قدم من قبل، فإنه يكون بحاجة للعون والدعم لدرجة كبيرة لم يسبق لها مثيل.

هوارد غاردنر، 1993

هنالك منحى غيبي أو إلزامي أساسي في طبيعة هؤلاء المبدعين السبعة، كانوا جميعاً يؤمنون بضرورته للحفاظ على مواهبهم. وكما ذكرتُ سابقاً، فرغم أن بعض أولئك الأفراد كانوا يعيشون حياة جامحة، ضمن نواحٍ معينة، إلا أنهم ظلوا جميعاً يحملون قيماً برجوازية في حياتهم العملية. فلم يقم أحد من هؤلاء المبدعين العظام بنبذ التقاليد. إن هذه الفكرة التي قد تبدو مملة لكثرة تكرارها، قد تحمل في طياتها أهمية فائقة.

وقبل أن أختتم الحديث، دعوني آتي على ذكر بعض

نواحي القصور في الدراسة، وأنا على ثقة من أنكم لن تجدوا صعوبة في الإتيان بنواحٍ أخرى. إن المبدعين السبعة عاشوا جميعاً في عصر واحد (العصر الحديث)، ورغم أنهم لم يأتوا جميعاً من أوروبا الغربية، إلا أن الثقافة الغربية أو التفاعل معها، قد أدّيا، إلى حد ما، إلى صياغة شخصياتهم، وهذا يشمل غاندي. وكانوا جميعاً على وجه التقريب من الرجال، ستة رجال وسيدة واحدة. كما أن نوع الإبداع الذي يمثلونه هو ما أدعوه أنا بالإبداع الثوري لأن اختراقاتهم الإبداعية أحدثت حالات انفصال حادة في الميادين التي كانوا يعملون ضمنها. وهذا هو سبب اختياري لهؤلاء الأفراد السبعة.

إن ثقافتنا الأوروبية الغربية قائمة على أساس أفكار ثورية. وما من شك في أن هناك ثقافات أخرى - كالصينية مثلاً - لم تسمع حتى بالإبداعية الثورية. ولم يحدث أن تميَّز أشخاص صينيون بأنهم يتمتعون، كأفراد، بسوية عالية من الإبداع إلا مؤخراً وضمن الميدان السياسي. كما أن الاختراقات الإبداعية التي قاموا بها كانت تحمل طابعاً تطورياً لا طابعاً ثورياً.

هل أحسنتُ اختيار الأشخاص؟... آمل أن يجري الحكم على الدراسة من حيث قدرتها على شرح أعمال هؤلاء الأفراد السبعة، لا من حيث الخسارة الناجمة عن عدم إدراج نماذج تمثل شعوباً أخرى. وماذا بشأن الميادين؟... أم أن تركيزي كان منصباً على الناحية المعرفية؟... أنا أدرك أن المسألة المعرفية لا تغطي كامل الموضوع. وما من شك في أن هناك

أشخاصاً آخرين كثيرين ممن يستحقون التقدير أغفلهم «المجال»، أو أغفلتهم هذه الدراسة.

سؤالان أخيران

السؤال الأول هو: كيف يمكن لك أن تكون مبدعاً؟... وللإجابة عن هذا السؤال، أود العودة إلى لائحة مستويات التحليل الأربعة المختلفة: ما دون الشخصي sub personal علم الوراثة والبيولوجيا، والشخصي (الشخصية personality، واللاشخصي impersonal الميدان)، والمتعدد الأشخاص multipersonal المجال. وبالطبع، ليس هناك الكثير مما يمكن لك القيام به بشأن دماغك أو بشأن شخصيتك أو بشأن ذكائك. فهي أمور مُحدَّدة نوعاً ما. إذاً، لا معنى للعودة إلى بحث المستويين ما دون الشخصي والشخصي. غير أنه عن طريق دراسة «الميدان» (لإدراك طبيعته بالضبط وإلى أين يمكن أن يكون متجهاً، وأين تكمن الثغرات فيه)، وعن طريق تفحُّص «المجال» (أسلوب عمله، وكيف يُصدر الأحكام، وكيف يمكن التوجه إليه بالخطاب أو إغفال التوجه إليه)، فقد تتواجد، برأيي، فسحة من الأمل بالنسبة لأولئك الأفراد الذين يرغبون في الوصول إلى مقام المبدعين العظام.

وسؤالي الأخير هو التالي: «هل أنت مبدع؟...» إن الإجابة عن هذا السؤال تُعتبر أكثر تعقيداً لأن الحُكْم الفعلي بشأن ما إذا كنت مبدعاً، يمكن له أن يستغرق وقتاً طويلاً. إن

أشخاصاً مثل إميلي ديكنسون وهيرمان ميلفيل وغريغور ميندل لم يجر الحُكْم بأنهم مبدعون إلا بعد وفاتهم. إذاً، النبأ السيئ هو أن «المجال» قد يعمل ببطء شديد وقد يدركك الموت قبل أن تعرف أنك مبدع. لكن النبأ الجيد هو أنه بسبب بطء «المجال» فإنك لن تعرف أبداً، على وجه التأكيد، أنك لست بمبدع.



جورج ي. پالِد

تيارات العبقرية

لو عدنا ببصرنا عبر السنوات الخمسين المنصرمة، لكان بوسع كل مشارك وكل ضالع في هذه التجربة المدهشة أن يقول، أنا أيضاً كنت شاهداً على تفتح الزهرة الذهبية بأكمل بهائها.

جورج ي. پالِد، 1993

إن إحدى أهم الخصائص الفذة التي يمتاز بها النوع البشري، هي بلا ريب قدرته على الإبداع، أعني قدرة الدماغ البشري على إيجاد حلول لكل أنواع المعضلات، بِدءاً بأقدمها وأبسطها على ما يبدو (كالتواصل الكلامي وصنع الأدوات) وانتهاء بأحدثها وأعقدها (مثل شطر الذرات ودمجها أو الهندسة الوراثية أو التحكم في حركة البروتين والأغشية داخل الخلية).

يجري التعبير عن الإبداع لدى البشر بشكل غير متسق إلى حد بعيد. ونحن نولي اهتمامنا في المقام الأول للمستويات العليا للإبداع نظراً لكونها أقوى ما يؤثر على المدنيات الإنسانية. وبالإضافة لحل المعضلات، يتعرف العقل المبدع إلى معضلات جديدة نتيجة لحوار دائب مع العالم من حوله. فإذا

كان هذا هو تعريف الإبداع، فإن الإبداع عندها يقتصر، من الناحية الجوهرية، على الجنس البشري.

الإبداع كامنٌ في الجينات.

الإبداع هو ظرف وراثي بشري:

إن قسماً كبيراً من المجين البشري human genome لا بد وأن يكون ضالعاً في وضع مخطط الجسم أثناء التطور، كما هو الحال بالنسبة للمخلوقات الأخرى التي خرجت من بوتقة التطور، الديدان والذباب والفئران. العدد الإجمالي للجينات في المجين البشري ما يزال مجهولاً، وتراوح التقديرات بشأنه مابين 000 50 و000 100. والجينات التي تم، حتى اليوم، وضع خرائط لها والتعرف عليها وترتيب تسلسلها لا تتجاوز بضعة آلاف، يقوم معظمها بترميز encode البروتينات «التي تسيِّر الأمور» التي توجد بشكل أساسي في خلايا الجسم كافة، أو بروتينات بعض الخلايا المتخصصة (المتمايزة)، كتلك الخلايا الموجودة في العضلات أو الغدد. للبشر، كما للديدان والذباب والفئران، جيناتهم الخاصة المسماة جينات homeotic أي الجينات التي تتحكم في مراحل التشكيل المعقد لدى مستهل تكوُّن الجنين. وبعد هذه المراحل الأولى من التطور بإمكاننا الافتراض بأن الأمر يتطلب جينات أخرى كثيرة من أجل التركيب الصحيح لكل عضو من الأعضاء البشرية. قد تتملَّكُنا الدهشة لدى التفكير بعدد الجينات اللازمة للتحكم في تطور

الدماغ البشري، وهي عملية تشمل عدداً كبيراً من العصبونات neurons وعدداً كبيراً من التفاعلات المتبادلة بين خلية وأخرى، والكثير من الدارات المهمة وظيفياً أو تلك ذات التأثير الحاسم. (انظر الفصلين الخاصَّيْن بفننغر وستيڤنز).

قد يكون الإبداع الراقي عبارة عن وضع جيني ذي عوامل كثيرة (تُمكن مقارنته ولكن بمعنى إيجابي بمرض وراثي متعدد العوامل)، وضع منطوٍ على التفاعل الإيجابي المتبادَل لعدد ضخم من الجينات. ولنا أن نتخيل أنه بسبب توليفة مناسبة من الجينات، يكتسب شخص ما مزيداً من نقاط التشابك العصبي synapses، وقدراً أكبر قليلاً من الوصلات في مجموعة الدارات الدماغية، وقد يعني ذلك قيام المزيد من التعديلات الدقيقة في مجموعة الدارات هذه (راجع فصل بفننغر في الجزء الثاني). إن عقل فرد كهذا قد يحقق مستوى أعلى من الإبداع وذلك نتيجة لهذه التغييرات.

التكيُّف البشري والزهرة الذهبية لعصر النهضة

يُبدي الإبداع البشري خاصية أخرى تبعث على الحيرة. تُظهر المدوَّنات التاريخية بجلاء أن الإبداع - وبخاصة في مجالَيّ الفنون والعلوم - يكون أكثر وضوحاً في أزمنة معينة وفي أماكن خاصة، وذلك في ميادين محددة بوضوح من النشاط البشري. ويبدو أن العقل المبدع يتمتع بهامش كبير من التكيُّف مع ظرف بيئته، ومع ظروفها الاقتصادية ومع روح العصر. وفي ما يأتي

بحثٌ للتفاعلات المتبادلة بين الفنون والعلوم ضمن سياق المدنية الغربية، بصفتها دالة لفترة تاريخية.

لقد توفر لنا، منذ زمن ليس بالبعيد نسبياً، مثال مدهش للازدهار الهائل للفنون البصرية (أي الرسم والنحت والفن المعماري) وذلك في عصر النهضة الإيطالي خلال القرنين الخامس عشر والسادس عشر. ومن إيطاليا ترددت أصداء النهضة حتى عمّت أوروبا جميعاً. وفي القرن السابع عشر، كان هنالك حشدٌ يلفت النظر في إيطاليا لموسيقيين عظام ـ مؤلفين موسيقيين وعازفين ومغنين وصانعي آلات موسيقية ـ وقد غادر بعض هؤلاء إيطاليا إلى مدريد وڤيينا واصطحبوا موسيقاهم معهم. وفيما بعد، كانت هنالك موجة أخرى من الموسيقيين البارزين، هذه المرة في الأراضي الألمانية خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. وفي أيامنا شهد القرن العشرون تركيزاً لم يسبق له مثيل للعقول المبدعة المُنْكَبّة على الأبحاث العلمية التجريبية ضمن مجال العلوم الطبيعية. ولقد كانت هناك موجتان رئيستان من النشاط الإبداعي: إحداهما في مجال الفيزياء (في أعقاب الحرب العالمية الأولى) والثانية في مجال العلوم البيولوجية وعلوم الطب الحيوي (في أعقاب الحرب العالمية الثانية).

وهكذا، يبدو أن العقول المبدعة تستطيع التكيُّف ـ عن طريق التَّخلُّق المُتعاقِب epigeneticlly، إذا جاز القول ـ مع مجالات الفاعليات التي تتمتع بالدعم من موارد المجتمعات التي

تعيش فيها هذه العقول وتلقى تقديراً سنةً ضمن تلك المجتمعات. ويظهر كما لو أن «جينات الإبداع» المُفتَرَضة تحثُّ صاحبَها على القيام بإنجازات غير عادية تستطيع التفوق على ما هو معروف أو على ما سبق القيام به، وتؤدي إلى فتح آفاق جديدة رحبة تُفضي إلى المستقبل. ولاجدال في أن العيون السليمة والأيدي الماهرة، تساعد على ذلك، غير أن الحافز الذي يدفع العقل المبدع نحو التفوق، يُعتبر عاملاً رئيساً. وهذا يعني أن العقول المبدعة تميل باتجاه المجالات التي تهمّ بيئتها الاجتماعية والفكرية، وقد يأتي ذلك على حساب مجالات أخرى من الجهود البشرية. فعصر النهضة الإيطالي، على سبيل المثال، شهد أيضاً ازدهاراً في العلوم الإنسانية، فقد كان له كتَّابه وشعراؤه ومؤرخوه وفلاسفته العظام، كما أنه شهد أيضاً تقدماً في العلوم التطبيقية (الهندسة المدنية والعسكرية) واستهلالاً للعلوم العصرية، ولكن ما من ميدان آخر بلغ تلك المرتبة الرفيعة من السمو التي بلغَتْها الفنون البصرية.

ظل عصر النهضة الإيطالي، لقرون عدة، يسحر الألباب في العالم الغربي، ولا تزال الروائع التي خَلَّفها تشكل حتى الآن باعثاً للحج الفكري ومصادر للعائدات السياحية لكثير من المدن الإيطالية في عصرنا هذا. إن الثروة التي تُستثَمر تعود بالنفع على صاحبها. وقد كتب الكونت دو غوبينو (1816 ـ 1882)، الكاتب والدبلوماسي الفرنسي الذي كان يُكِنُّ إعجاباً عميقاً بعصر النهضة، كتب مجموعة من المسرحيات القصيرة على خلفية

تاريخ تلك الفترة. استهلَّ تلك المسرحيات بملاحظات وصف فيها الزهرة الذهبية التي نادراً ما تتفتح إلا في أمكنة خاصة وأوقات خاصة، ولكنها تؤثر إلى الأبد على تاريخ الحديقة التي ازدهرت فيها، وكذلك على تاريخ الحضارة أو المدنية اللتيْن تنتسب إليهما.

هنالك شيء يتسم بالقوة الفريدة في أعمال الأساتذة العظام ضمن مجال الفنون البصرية. وفي الصور التي أبدعوها قاموا بتركيز كثير من العمق الخالص، وكثير من المشاعر وكثير من التفصيلات المُقْنِعة. فبإمكان المشاهد في لحظات قليلة ـ ولو أن بضع دقائق من التأمل وإلقاء نظرة ثانية، في ما بعد، قد تساعده أكثر ـ بإمكانه أن يدرك الحالة الذهنية والوضع الاجتماعي ومشاعر الشخص موضوع اللوحة أو مشاعر أنموذج (موديل) الرسم، أفراحه أو أتراحه، قسوته أو رقة مشاعره. والواقع أن الأستاذ من هؤلاء العظماء ينجح في التعبير عن قصة بأكملها، وعن دراما بأكملها في صورة واحدة، ذات بُعْدين إذا كانت لوحة أو ذات ثلاثة أبعاد إذا كانت تمثالاً. ولكي تبلغ الفنون المكتوبة هذا المستوى من التواصل، فإنها بحاجة لبضعة فصول، إن لم يكن لكتاب بأكمله، والموسيقى قادرة على أداء ذلك بصورة أفضل قليلاً في سوناتا أو في حركة سيمفونية، وربما كان ذلك ضمن إطار عاطفي أعظم ثراء. أما العلوم فليس بمقدورها أن تأتي بمثل هذه الأعاجيب، ومن المشكوك فيه أن يصبح بإمكانها مضاهاة أساليب أداء من هذا النوع، حتى في المستقبل البعيد.

كان الأسلوب الرئيس لمقاربة الفنون البصرية في عصر النهضة هو التركيز على الكائنات البشرية ـ على الرجال والنساء ـ وسرد قصة تحمل سحراً أو تتميَّز بالقوة أو تحرِّك المشاعر في صورة واحدة. أما الطبيعة المحيطة والمناظر الطبيعية فلم تحظ بمثل هذا القدر من الاهتمام. ومع ذلك فإن روعة الإنجازات الفنية وحجمها لم يسبق لهما مثيل. من الصعب أن نصدق أن فترة عصر النهضة قد شهدت وجود كل من ليوناردو داڤينشي، ومايكل أنجيلو بوناروتي، ورفائيلو سانزيو (رفائيل)، وساندرو بوتشيللي، وأندريا ديل فيشيو، وپييرو ديللا فرانشيسكا، ولوكا وأندريا ديللا روبيا، وفرا انجيليكو، وباولو أوشيلو وبينوزو غوزولي، وتيزيانو فيشيليو ولورنزو غيبيرتي وفيليبو برونيليتشي ودوناتو برامانتي، وآخرين في فترة واحدة أو ضمن فترات متداخلة. وكان كثير منهم «رجال عصر النهضة» بحق، لقد كانوا رسامين وكذلك نحاتين ومعماريين ومهندسين مدنيين أو عسكريين. وفوق ذلك كان ليوناردو يقوم بإعداد مسابقات ترفيهية في بلاط حكام ميلانو.

هنالك عنصر آخر يستحق الذكر ضمن السياق الاجتماعي لتلك الفترة. فالأعمال الفنية الكبرى لم تكن معروفة فقط في البلاط ولدى النخبة من المثقفين، وإنما كانت معروفة أيضاً للعامة، أي لجماهير القاعدة. إن هذا التماسّ الواسع مع الشعب، يمكن تفسيره جزئياً بأن الكنيسة كانت تدعم الفنون بسخاء عن طريق إمدادها لها بالمواد والموضوعات (أي

النصوص التوراتية). لقد أسهم الفنانون طبعاً بفنهم وبشخوص رسومهم (موديلاتهم)، التي كانت عادة من صديقاتهم أو أزواجهم، وقد تقف الواحدة منهن في يوم ما كنموذج لِلَوحة السيدة العذراء، وتقف في اليوم التالي كنموذج لِلَوحة ڤينوس.

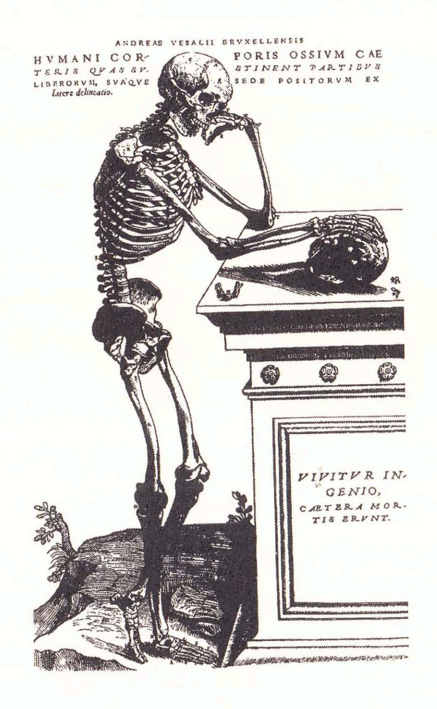
في سنة 1311، وكان ذلك في سيينا، أنجز دوشيو دي بوونسينيا لوحته «ماييستا»، التي كانت ستشكل اللوحة المركزية لمذبح الكاتدرائية. وعندما حُملت اللوحة من مرسم دوشيو إلى الكاتدرائية خرج معها أهل المدينة جميعاً في موكب سار وراء ماييستا ولم يتذمر أحد من حقيقة أن المدينة دفعت إلى الفنان مبلغاً قياسياً بلغ 3000 دوقية لقاء تحفته. ومن الواضح أن الفنون البصرية وبخاصة منها الأعمال الدينية كانت تحظى بتأييد الشعب. كانت كل كنيسة وكل كاتدرائية تتوق إلى أن تكون لها لوحة واحدة على الأقل ممهورة بتوقيع صاحب اسم عظيم.

كان القليل فقط من العلوم التطبيقية سائداً أثناء فترة عصر النهضة الإيطالي، ولكن كان هنالك إحياء للعلوم التي تعتمد على الملاحظة المباشرة. كان ذلك يتماشى مع التوجهات العامة لتلك الفترة، التي كانت تُقْبِل على ما يعالج الملاحظة المباشرة وعلى الإسهامات الشخصية الأصلية بدلاً من التعليقات على النصوص الكلاسيكية. وقد كانت رائعة العلم الجديد بحثاً عن التشريح يدعى «تركيب الجسم البشري» De Humani Corparis Fabrica قام بنشره مهاجر بلجيكي يدعى أندريا فيساليوس، كان أستاذاً بجامعة بادوا في سنة 1543. ويُظهر البحث الأصلي

لفيساليوس، بكل جلاء، التأثير الطاغي للفنون البصرية لعصر النهضة ولجمالياتها. كانت الصفحة الأمامية للكتاب مزخرفة وبدت الهياكل العظمية فيها وكأنها مستغرقة في التفكير، أما الجثث المُشرَّحة فقد بدت وكأنها تؤدي حركات رشيقة إلى حد يثير الدهشة، في حين رُسمت كل عضلة لدرجة الكمال (الشكل 3 ـ 13). كان «تركيب فيساليوس» خير ما أبدعه علم التشريح البشري الذي كان علماً حديثاً في ذلك الوقت، وقد جاء أسلوب تقديمه لنتائج أبحاثه العلمية ضمن سياق الفنون البصرية للقرن السادس عشر. إن تأثير الفن على العلم رغم ـ وضوحه ـ لم ينل من جوهر التشريح، ولم يؤثر إلا على الطريقة التي عُرضت بها النتائج العلمية.

كان عصر النهضة الإيطالي قد أخذ في التكَوُّن منذ نحو قرنين من الزمن على الأقل. فعمل دوشيو مثلاً ينتمي إلى القرن الرابع عشر. وقد ساعد في ذلك التكون التقاء عدة عوامل كان أهمها الرخاء والازدهار الاقتصادي الناتجَيْن عن شبه احتكار للاتجار مع الشرق، وبشكل جزئي عن الصناعات القائمة على ذلك الاتجار.

كانت هناك وفرة في مصادر الدعم للفنون، بالنظر إلى أن إيطاليا كانت خليطاً من عدة دول وإمارات وجمهوريات تتمتع كلها بالسيادة، بما في ذلك دول الكنيسة (الدول البابوية والڤاتيكان). لذا فإن كل دولة وكل مدينة كانت تخوض منافسة في سبيل الحصول على التحف الفنية والقصور والكاتدرائيات



الشكل 3 ـ 13 رسوم توضيحية من De Humani Corporis Fabrica لأندريا فيساليوس 1543.

وعلى تماثيل ورسوم البابوات والأمراء وقادة الجيوش. وكان هناك عامل مهم آخر وهو مستوى التعليم العالي الواسع الانتشار، وبخاصة بين أبناء الطبقات المترفة (كان آل ميديتشي من رجال الأعمال). وأخيراً فإن إيطاليا كانت في ذلك الوقت هي المستفيدة من موجة هجرة الأدمغة من الإمبراطورية البيزنطية المتداعية المحتضرة من جهة، ومن الأقطار الشمالية من جهة أخرى (فيساليوس مثلاً).

هذه العوامل مجتمعة كانت من القوة بحيث إنها شكَّلت، إلى حين، تعويضاً عن عدم الاستقرار السياسي وعن تواتر الغزوات من قِبَل الجيوش الإمبراطورية الفرنسية والألمانية، وعن عمليات النهب المنظَّم لثروة شبه الجزيرة عن طريق تعويضات الحرب أو دوطات الزواج. ولاننسى أن سيدتين من آل ميديتشي أصبحتا، رغم كل شيء، ملكتين لفرنسا.

إن ما أدى في نهاية الأمر إلى ذبول الزهرة الذهبية، كان انحسار الرخاء، ليس بسبب تحكُّم المسلمين في أقسام من طرق التجارة، ولكن لأن البرتغال (وسرعان ما تبعتها إسبانيا، وإنكلترا وفرنسا وهولندا) قامت باكتشاف طرق جديدة حول إفريقيا أو عبر المحيط الأطلسي، وغالباً ما كان يجري ذلك بمساعدة البحارة الإيطاليين مثل كولومبس. انتهى الاحتكار، وانتهى معه الازدهار الذي كان يحافظ على بقاء مُجْمَل التركيبة الاجتماعية، بدءاً بالبحارة والحرفيين والتجار، وصولاً إلى الأمراء والكرادلة والفنانين. وإذا كان هنالك من درس ينبغي تَعلُّمه، فهو أن القوة الاقتصادية والازدهار المحلي، هما الجوهر، وأن تَعَدُّدَ الموارد هو عامل مساعد، وأن حركة انتقال المواهب وأصحاب المقدرات العقلية باتجاه مناطق أكثر رخاء تشكل جزءاً لا يمكن تفاديه من تلك العملية.

التغيرات التي طرأت على الفنون البصرية بعد عصر النهضة:

مع مجيء المَلَكيّات المستبدة إلى أوروبا، تكيّفت الفنون البصرية مع الظروف الجديدة، التي كانت تعني في المقام

الأول تحوُّلاً عن مصادر الدعم المتعددة إلى مصدر واحد أساسي: أي الملك وبلاطه. لقد قام دييغو فيلاسكيز برسم ملكه فيليب الرابع عدة مرات، لا لأن هذا الأخير كان نموذجاً للجمال الجسماني أو حدة الذكاء وإنما لأن رسْمَ الملك وبقية أفراد العائلة المالكة والبلاط كان، في اعتقادي، يشكل جزءاً من مهام وظيفة الرسام. لكن فيلاسكيز كان، من حين لآخر، ينجو بنفسه من رسم صور الأشخاص ليُظهر كامل مجال عبقريته المبدعة. ومن الأمثلة على التحف التي جاءت نتيجة ذلك لوحة «لاس لانزاس Las Lanzas، وهي لوحة تمجد البسالة العسكرية الدمثة، ولوحة لاس ميناياس Las Menias»، وهي أشبه بأنشودة تتغنى بالشباب. إن الطفلة المَلَكيّة في اللوحة الثانية هي محط اهتمام الجميع: الوالدان المَلَكيّان (اللذان نراهما فقط عبر المرآة) والمربيات والفنان والمهرجون، وقد رُسموا جميعاً، بالطبع، أمام خلفية تمثل أجواء البلاط. ولا عجب، فالعُرْف يفرض اعتباره.

ولم يحدث حتى وقت متأخر أن تحول التركيز في الفنون البصرية إلى الرجال والنساء العاديين، الذين لم يكونوا لا من طبقة الملوك ولا من الطبقة الأرستقراطية، وكان ذلك في فرنسا الديموقراطية البرجوازية في نهاية القرن التاسع عشر. وقد أنتج الفنانون مجموعة من الروائع المدهشة الخالدة التي تُعتبر بحق قصائد تسبِّح بجمال النساء الشابات، منها على سبيل المثال لوحة «المُستَحِمّات Les Grandes Baigneuses» بريشة أوغست

رينوار، أو تتغنى بفرحة اللقاء بين الأصدقاء الشباب في أحضان الطبيعة، كما في لوحتي «Le Moulin de la Galette» و«Dejeuner a' Argenteuil» وهما أيضاً بريشة أوغست رينوار. ولا تعدو هذه اللوحات كونها بضعة أمثلة عن مرحلة من النشاط الفني الذي يبعث على الذهول ويشمل في ما يشمل لوحات ذات طبيعة كانت تتغير باستمرار أبدعها كلود مونيه لتمجيد الطبيعة ذاتها. انتشر الرسم الانطباعي في جميع أنحاء العالم، ووصل إلى الشواطئ الأمريكية مع ماري كاسّات. هل كانت هذه زهرة ذهبية أخرى؟. . . ليس تماماً. يمكن القول إنها كانت برعماً لزهرة ذهبية ذوى قبل أن يصل إلى ذروة ازدهاره. لقد ضاق الفنانون ذرعاً بالتقاليد وتفككت الأسرة الفنية لتتحول إلى عدة مجموعات صغيرة: طالب الراديكاليون بالتركيز على جوهر الأشكال بدلاً من التفاصيل، كما هو الحال بالنسبة لبرانكوسي، أو طالبوا بالتحرر الكامل من إسار نماذج أساطير الماضي ومن الانشغال الكامل بها. ولدى انصراف الفنانين عن الواقعية، اتجهوا نحو التجريد والرمزية والسوريالية. وكانت النتيجة النهائية أنه لدى مستهل القرن العشرين، فقدَ الشكل البشري، بصورته المعروفة في الفنون البصرية التقليدية، مكانته المتميزة لتحل محله مجموعة واسعة من الأفكار التجريدية.

وفي الوقت ذاته كان العلم يبدي تشَكُّكَه بالأصل المقدس المباشر للإنسان، من جهة، ومن جهة أخرى بصحة (أو حقيقة) الأشكال كافة بما في ذلك شكل الإنسان والطبيعة. كانت

الأشكال مثار شبهة، وذلك كما يمكن إدراكها بواسطة العين البشرية، التي كان يُعتقد أنها أداة بصرية غير كاملة لا تتمتع سوى بدرجة خفيضة من الوضوح، وكما يجري تحليلها بواسطة الدماغ البشري الذي لا يستطيع، على أي حال، أن يؤدي مهمته بأفضل مما تؤديها العينين. ولذلك كان الشكل، كما يُرى، يُعتبر صدىً بعيداً لآلاف من التفاعلات الفردية الخفية المهيَّأة لإظهار الحقيقة بشكل أفضل مما تقدِّمه الصورة البصرية (انظر أيضاً فصل ستينْت في الجزء الأول). كان بابلو پيكاسو، مثلاً، يقول ينبغي ألا نرسم ما نراه على السطح، بل ينبغي أن نرسم ما نعرف أنه موجود هناك، (راجع فصل جيلو في الجزء الرابع).

إن المهمة الرئيسية للفنان البصري هي أن ينقل رؤيته إلى باقي أفراد البشرية بشكل سهل المنال، شكل يستطيع أن يُحْدث تأثيراً مباشراً وفورياً. والفنانون البصريون، إذ يتخلون عن الإنسان والطبيعة كما تراهما العين، فإنهم يقامرون بالتخلي عن أقوى وسائلهم في التواصل، وهم يغامرون بنفي أنفسهم إلى عالم مقتصر على نفر قليل من الخواص، ويحكمون على أنفسهم بألا يتفاعلوا إلا مع أناس يتكيفون بالأسلوب نفسه، وبالتالي، فإن الفنانين البصريين، يروضون النفس على عدم استخدام عقولهم المبدعة إلا قليلاً خارج نطاق مجالات الاهتمام الضيقة للمجموعة التي ينتمون إليها. إن تفكك الأسرة الفنية إلى مجموعات تتمسك بمسلَّمات صارمة (راجع فصل

ستيفنز في الجزء الرابع) يمكن أن يُعزى إلى عدة تطورات حاسمة يجب أن ندرج في عدادها المجزرة العبثية في الحرب العالمية الأولى، وانهيار النظام القديم عقب الحرب في أجزاء كثيرة من العالم وبخاصة في أوروبا، وظهور الاتحاد السوفييتي الشيوعي، وبدء سياسة المواجهة بين الشرق والغرب. ولكنني أعتقد بوجود أسباب أخرى أكثر عُمْقاً وراء عناصر عدم الاستقرار هذه، أسباب أدت إلى جعل العقل المبدع يُشَكِّك في قِيَم الماضي.

ظهور العلوم العصرية

دعونا ننطلق على متن بساط سحري، إلى عصر جديد من التطورات المذهلة التي جاءت بها العقول البشرية المبدعة، وهو في هذه المرة عصر العلوم الطبيعية. وكما أشرت سابقاً، فقد كانت هنالك أولاً سلسلة من التطورات البالغة الأهمية في الفيزياء أدت خلال بضعة عقود عقب الحرب العالمية الأولى إلى توضيح تركيب الذرات، وبصورة جزئية إلى توضيح نويّاتها، وإلى ترويض الطاقة الذرية وإنتاج الأسلحة الذرية والنووية. ويشير عالم الفيزياء غاموف، في ذكرياته، إلى هذه الفترة بأنها فترة «السنوات الثلاثين التي هزت علوم الفيزياء» وقد هزت العالم أيضاً لدى نهاية الحرب العالمية الثانية وخلال الحرب الباردة التي أعقبتها. والواقع أن العالم يشهد الآن فقط مرحلة من التكيُّف البطيء مع ظرف مستقر، وذلك بعد زوال الاتحاد السوفييتي كقوة عسكرية عالمية. ويمكن أن نذكر هنا

التطورات الأخيرة في تكنولوجيا الليزر وفي فيزياء أنصاف النواقل solid-state التي أدت إلى إنتاج الترانزيستورات ونشوء علوم الكومبيوتر وإنتاج معدات الأتمتة وبزوغ عصر المعلوماتية. ورغم أن هذه التطورات قد تحمل قدراً أقل من الإثارة لكنها بنّاءة أكثر من التطورات السابقة ولا تقل عنها تأثيراً.

وقد تَبِع التطورات المذهلة في الفيزياء تقدمٌ ربما كان أعظم، في العلوم البيولوجية الأساسية. وأرى أن أركِّز على هذه الأخيرة لأنها حدثت في مجال أشعر بأنه المجال الذي آنس إليه، إضافة إلى أنني أعتقد أن تأثيرها على الجنس البشري سيكون أعمق من تأثير الفيزياء الذرية.

عند مطلع القرن العشرين، بدت العلوم البيولوجية وكأنها في حالة سبات. ولم تكن هناك سوى قلة من المجالات المتباعدة عن بعضها كان يجري فيها عمل يحمل أي مغزى. وقد جاء سباتها عقب فترة من النشاط المكثَّف عند نهاية القرن التاسع عشر تقريباً، عندما تم اكتشاف المناعة والمضادات antibodies واللقاحات، وجرى استخدامها لمعالجة أو منع الأمراض المعدية، تحت إشراف پاستور وكوخ. كما كان هذا هو الوقت الذي نجح فيه آبي Abbe في تحسين تركيب عدسات المجهر الضوئي، وهو تطور جعل بالإمكان إعطاء وصف مفصل لتركيب الخلايا والأنسجة لدى كثير من العضويات، وكذلك وصف للتبدلات التي تُحدِثها هذه العضويات في

الأمراض المختلفة، مما أدى إلى وضع أساس مفيد ومتين لعلم تشخيص الأمراض لدى البشر الذي ما يزال قيد الاستعمال حالياً.

انقطعت مرحلة السبات في أواخر الأربعينيات وأوائل الخمسينيات من القرن العشرين لدى ابتكار معدات جديدة وأساليب حديثة في مجال البحوث البيولوجية الأساسية (انظر أيضاً بفيننغر في الجزء الثاني). أعقب ذلك فترة التطورات المذهلة التي استمرت، بمعدل ثابت، وإن لم يكن بسرعة متزايدة، إلى وقتنا الحالي، أي عقب ذلك بأربعة أو خمسة عقود.

الزهرة الذهبية تعود ثانية إلى التفتح

لابد لي من تذكيركم بأنه في أوائل الخمسينيات من القرن العشرين، كانت الطبيعة الكيميائية للجينات، ما تزال قيد الجَدَل. وكان تركيب الـ د. ن. أ. DNA (جزيء الجينات) ما يزال مجهولاً، كما كانت أفكارنا المتعلقة بتنظيم الخلايا غامضة وغير مكتملة. لم نكن نعرف كيف وأين يتم تصنيع البروتينات، وكيف تتركب الأغشية الخلوية، أو كيف تَستَخدم خلايا المعلومات الجينية، وكيف تُنقل هذه المعلومات من جيل خلوي إلى جيل خلوي آخر عند المستوى الجزيئي.

ولما كانت حياتي العملية في البحث العلمي قد بدأت في أواخر الأربعينيات من القرن العشرين، فإن بوسعي القول إنني

عاصرت الفترة التي بدأ فيها التقدم السريع، وإنني قد شهدت كامل مسار تلك التطورات المذهلة. فقد تم أولاً، بوساطة المجهرية الإلكترونية، تحديد تركيب الخلية بشكل مفصل، واكتُشِفت عناصر تركيبية جديدة، تتجاوز حد الوضوح الذي يمكن التوصل إليه عن طريق المجاهر الضوئية. غير أن الصور التي تم الحصول عليها (الشكلان 3 ـ 14 و3 ـ 15) كانت صوراً تبعث على الحيرة وتتحدى الأفهام، وكانت، في أفضل حالاتها، موحية ولكنها لم تقدم أية معلومات واضحة، فهي لم تكشف عن الأدوار التي تلعبها تلك التراكيب الجديدة في حياة الخلايا. وفيما بعد، تم فَصْلُ المكوِّنات دون الخلوية، الحديثة الاكتشاف وتلك المعروفة سابقاً، وذلك عن طريق وسائل تجزئة الخلية (فصل الخلايا إلى أجزائها التكوينية المستقلة) وتم تحديد كيميائياتها ووظائفها. وقد ثبت أنها أعضاء شديدة التمايز ومتخصصة وظيفياً داخل الخلية. ومع أنها مركبة حصرياً من مواد قابلة للتلف (شحوم وبروتينات وأحماض خلوية)، إلا أنه تَبيَّن أنها تتمتع ببنية صلبة وقوية.

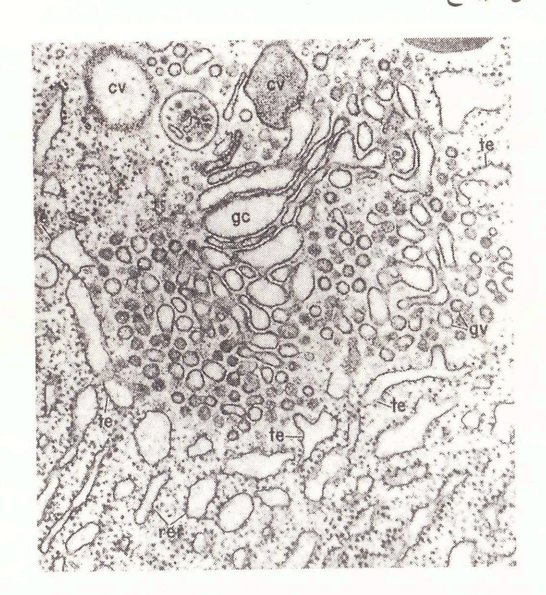
ولما كانت وظائفها قد صمدت لتحطيم الخلية ولإجراءات العزل المُطوَّلة، فقد أصبح بالإمكان استرجاع الوظائف الخلوية ـ مثل اصطناع synthesis البروتين، ونَقْل البروتين من حجيرة خلوية إلى حجيرة خلوية أخرى ـ في أنبوب الاختبار.

وقد تم أيضاً خلال العقود الماضية اكتشاف أن الخلايا تقوم بتشغيل منظومة فعالة للتحكم في حركة انتقال البروتين



الشكل 3 ـ 14 صورة بالمجهر الإلكتروني تُظهر التنظيم التركيبي لخلية (خلية قنوية في البنكرياس). موقع الخلية بين النواة (n) والبلازماليما plasmalemma (pm) تشغله جزيئات عضوية organelles خلوية كثيرة، مثل الخزان cisternae الخاص بالنسيج الشبكي الخشن للبلازما داخل الخلية endoplasmic reticulum (rer) وبضع فتائل خيطية mitochondria(m). (الصورة مكبَّرة 9000 مرة).

والأغشية، منظومة أكثر وثوقية من أية خدمة بريدية. فكل طرد، أي كل بروتين وكذلك كل غشاء «فقاعة» أو فجوة حويصلية في الخلية، يتم تسليمه للعنوان الصحيح. ونتيجة هذه التطورات،



الشكل 3 ـ 15 صورة بالمجهر الإلكتروني تُظهر المزيد من العناصر التركيبية أو الجزيئات العضوية للخلية (خلية قنوية في البنكرياس). منظر جزئي لمجموعة غولغي Golgi complex، جزيئة عضوية خلوية. جويفات تكثيف condensing vacuoles (CV)، خزان غولغي Golgi cisternae (gc)، فجوات غولغي الحويصلية Golgi vesicles (gv)، عناصر متحولة transitional elements (te)، النسيج الشبكي الخشن للبلازما داخل الخلية (rer) (الصورة مكبَّرة 20000 مرة).

أصبحنا الآن نفهم، إلى حد بعيد، ما الذي يجري داخل الخلية.

في أوائل الخمسينيات من القرن العشرين كان الباحث الأمريكي الحائز درجة الدكتوراه جيمس واطسون، والطالب البريطاني المشرف على التخرج، فرانسيس كريك، الذي لم يكن متعجلاً على التخرج، يعملان معاً في جامعة كامبردج بإنكلترا. وقد اهتديا إلى تركيب جزيئات الـ د. ن. أ.، جزيئات جينات كافة المنظومات الحية الأساسية. يتألف الـ د. ن. أ. من طاقَيْن

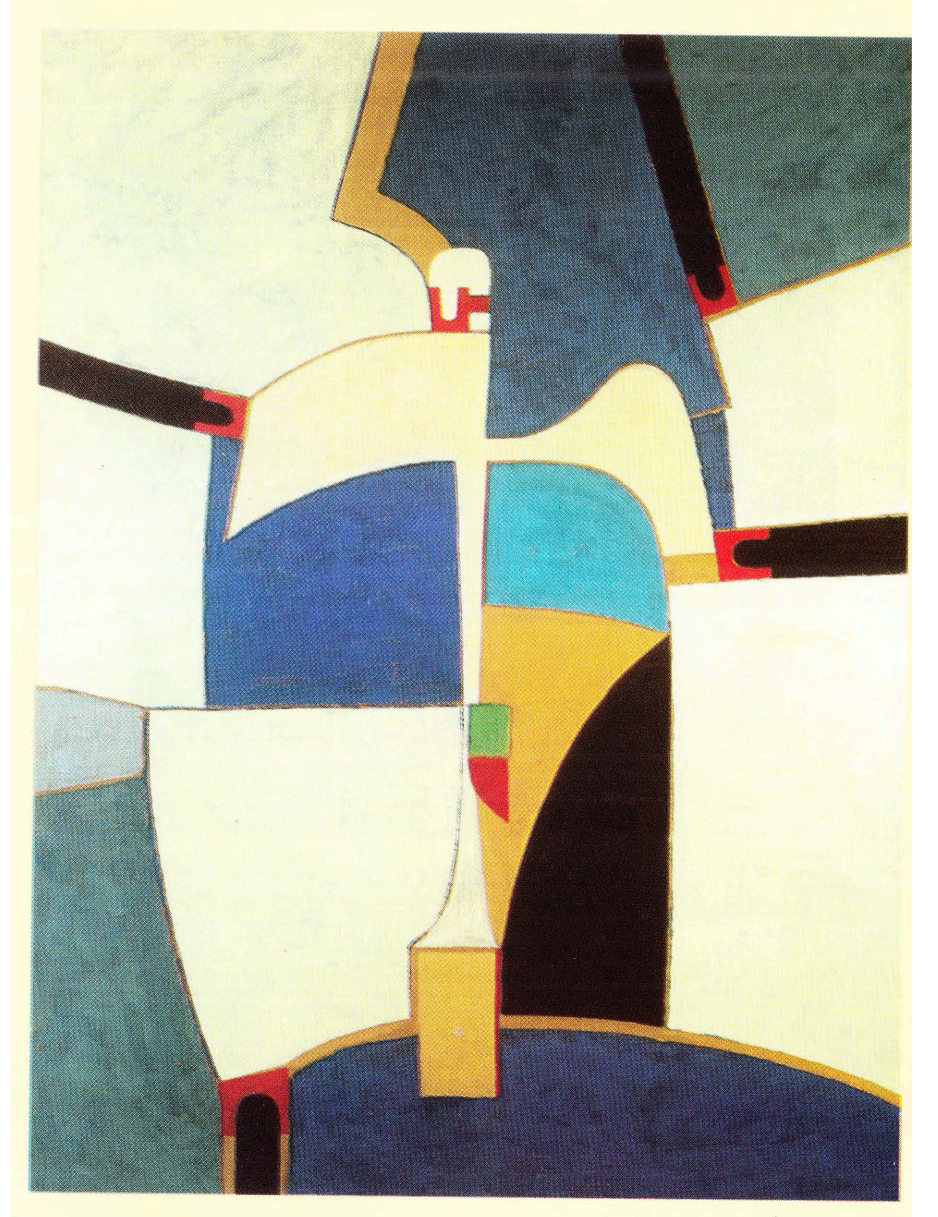
نوويديَّيْن nucleotide متكاملين ملتفَّيْن حول بعضهما بعضاً بشكل لولبي مزدوج. وقد تَبيَّن بوضوح خلال فترة قصيرة أن النقل الوراثي للمعلومات الجينية كان مُتضمَّناً داخل تركيب هذا الجزيء (انظر أيضاً فصل سيتش في الجزء الأول). وما على الخلايا أن تفعله هو أن تفصل الطاقين وأن تستخدم كلاً منهما كقالب لصنع طاق تكميلي. تبدأ العملية بجزيء واحد (أو بجينة واحدة)، وتنتهي بإنتاج جزيئين متماثلين، جينتين متماثلتين، جزيء لكل خلية متولِّدة وقت انقسام الخلية.

شعر جيم واطسون مدفوعاً بحماسة الشباب، بأنه لم تعد هناك حاجة للكثير بعد اكتشاف التركيب اللولبي المزدوج وكتب يقول «إن ما تبقى لا يعدو الهندسة». وثبت لاحقاً أنها كانت هندسة معقدة ودقيقة. فقد تبين أن عدداً كبيراً من الأنزيمات ضالع في عملية تَنَسُّخ الـ د. ن. أ. replication وأن عدداً كبيراً آخر منها ضالع في عملية نسخ االمعلومات الوراثية إلى جزيئات الـ ر. ن. أ. التي تقوم بدور الرسول mRNAs بين الجينات وبين آلية تصنيع البروتين في الخلية (راجع فصل سيتش في الجزء الأول). ثم تبين أن عدداً كبيراً آخر من الأنزيمات والعوامل تعتبر ضرورية من أجل ترجمة المعلومات المُرَمَّزة في mRNAs إلى بروتينات، ومن ثم تعديل هذه البروتينات بعد الترجمة translation وتوجيهها نحو مواقعها الصحيحة ضمن البنية التركيبية للخلية.

ما من شك في أننا قد تجاوزنا كثيراً قاعدة انطلاقنا في

أوائل عقد الخمسينيات من القرن العشرين وفي هذه الأثناء صار بالإمكان التعرُّف إلى جينات بعينها وإدخالها في خلايا مُضيفة (بواسطة transfection) الأمر الذي ينتج عنه تَخلُّق بروتينات غريبة. كما أن اكتشاف الأنزيمات البكتيرية التي تعمل على شق جزيئات الـ د. ن. أ. عند نقاط معينة كثيرة، جعل بالمستطاع تركيب جينات من صنع الإنسان تتضمن كافة أنواع التبدلات التي ترقى إلى مستوى كونها طفرات بشرية الصنع. وقد أصبحت كل أساليب المعالجة هذه هندسة وراثية، وأدت إلى ظهور علم الوراثة الجزيئي وأوجدت علم التكنولوجيا البيولوجية الحديث، الذي يقوم الآن بإنتاج بروتينات بشرية في البكتيريا لأغراض العلاج وكذلك للاستعمال التجريبي.

لقد تعلمنا كيف نُدخل جينات غريبة إلى داخل بويضات فئران مُخَصَّبة، وذلك لإنتاج فئران «منقولة الجينات» تتم بواسطتها دراسة دور جيناتٍ بعينها (جرى التعبير عنها expressed بإفراط) في تطور عضوية ما وفي وظيفتها. كما تعلمنا مؤخراً كيف نزيل جينات من عضويات آخذة في التطور، وذلك لتطوير أنواع من الذباب والفئران، تَفْتَقِد خصائص معينة، يمكن للإنسان أن يتحرى فيها عن التأثير الذي تتركه جينة ناقصة على كيفية تطور عضوية بالغة ومن ثم على وظيفتها في نهاية الأمر. وأخيراً تمكنّا، بشكل أساسي، من إتمام الترتيب التسلسلي للمجين البشري، وتوصلنا حالياً إلى مرحلة نستطيع عندها البدء بالمعالجة الجينية البشرية من أجل تصحيح



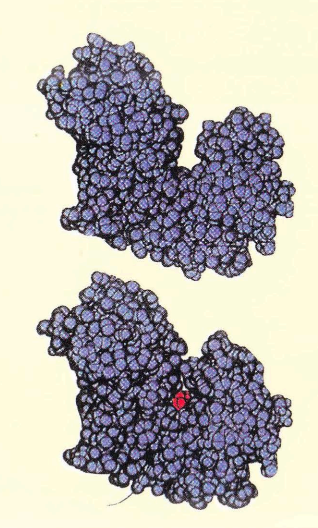
اللوحة رقم 1

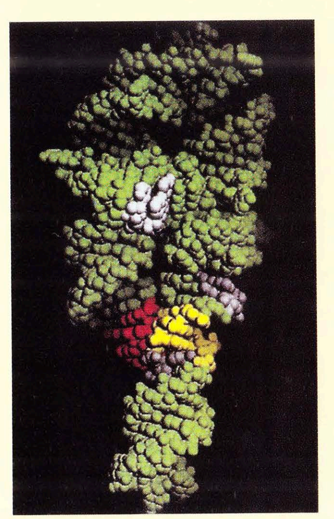
تَجَدُّد مولد شجرة 1997

97 X 180 سم

ألوان زيتية

بريشة فرانسواز جيلو



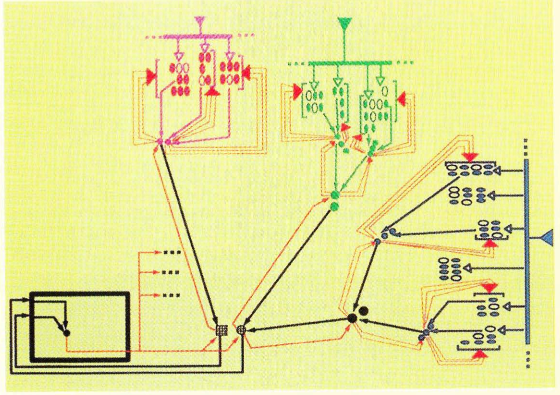


اللوحة رقم 2

البُنية الجزيئية للكيناز السداسي للبروتين، أنزيم مع أو بدون جزيئة الركيزة Substrate الغلوكوز (بلون أحمر) موجود ضمنه. (تقدمة البروفيسور توماس ستيتز، جامعة ييل، الحقوق محفوظة و. هـ. فريمان آند كومباني).

اللوحة رقم 3

البُنْية الجزيئية المعقدة للريبوزيم، شكلٌ حفّاز من الـ ر. ن. آ.، وهو يُذكِّر بجزيء البروتين أكثر مما يذكِّر بالتركيب اللولبي المزدوج للـ د. ن. آ.



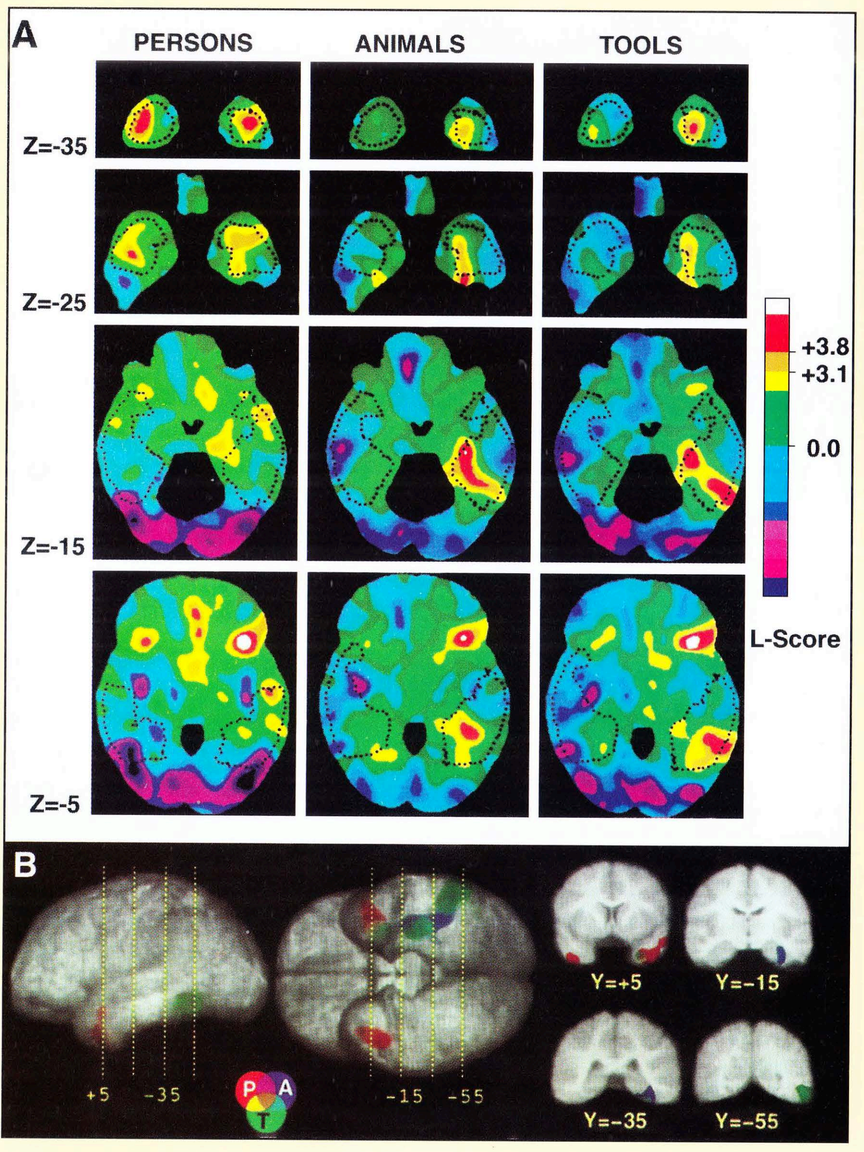
اللوحة رقم 4

نموذج مبسَّط لبعض سمات وظيفة الدماغ. من كلٍ من القطاعات البصرية والسمعية وتلك المسؤولة عن نقل الإحساس الجسدي، هناك خطوط خارجة (باللون الأسود) من المناطق الوظيفية (النقاط الفارغة والمليئة) باتجاه مناطق الالتقاء، وهناك خطوط راجعة (باللون الأحمر). الشكل H يُبيِّن منظومة الحُصَيْن (hippocampal system) وهي إحدى التراكيب التي تلتقي فيها الإشارات المتعلقة بعدد كبير من مواقع النشاط. المسارات الداخلة والخارجة ليست قنوات ثابتة، وهي تنشط للعمل عندما يحدث تشغيل متزامن في أجزاء القشرة أو في مناطق الالتقاء.

الجزء الأحمر: الأجزاء القشرية الخاصة بنقل الإحساس الجسدي.

الجزء الأخضر: الأجزاء القشرية الخاصة بالسمع.

الجزء الأزرق: الأجزاء القشرية الخاصة بالبصر.



اللوحة رقم 5

تخطيط دماغي حي. (A) ثلاثة محاور في صور مسح PET تُظهر المناطق المتميِّزة للأنشطة (محدّدة بخطوط سوداء منقطة) لكل واحدة من مهمات تحديد الأسماء الثلاث.

(B) معطيات PET الخاصة بمناطق النشاط وقد رُكِّبت فوق معطيات مسح رنين مغناطيسي ثلاثي الأبعاد. مناطق التداخل مبينة على مخطط Venn (P= تحديد أسماء الأشخاص A = تحديد أسماء الحيوانات T= تحديد أسماء الأدوات).

اللوحة رقم 6

ثريا، صنع ديل تشيهولي، باحة البحر الأبيض المتوسط، أكاديمية هونولولو للفنون.

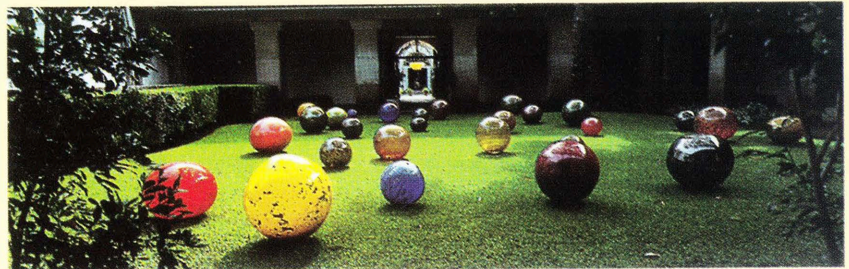
(تصوير: راسل جونسون).



اللوحة رقم 7

أسطوانة رقيقة صفراء لامعة ذات حافة زرقاء بارزة، 1990، صنع ديل تشيهولي.

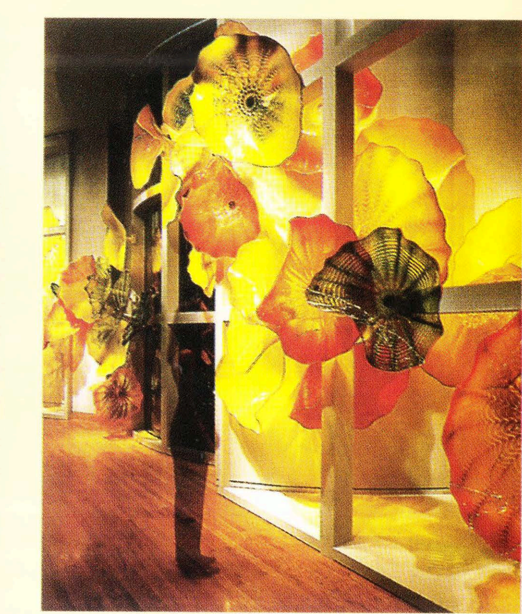
(تصوير: روجر شرايبر).



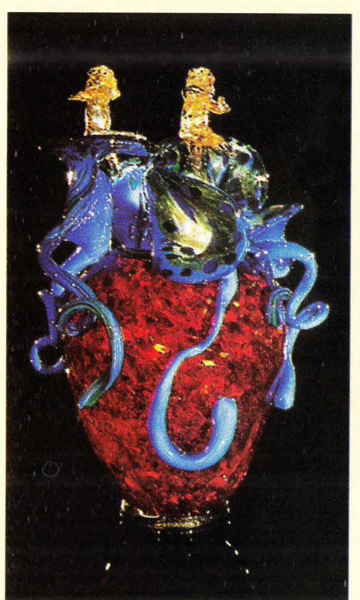
اللوحة رقم 8

كرات نيجيما الطافية صنع ديل تشيهولي، الباحة المركزية، أكاديمية هونولولو للفنون (ويمكن رؤية باحة البحر الأبيض المتوسط مع «الثريا» خلف المشهد).

(تصوير: راسل جونسون).



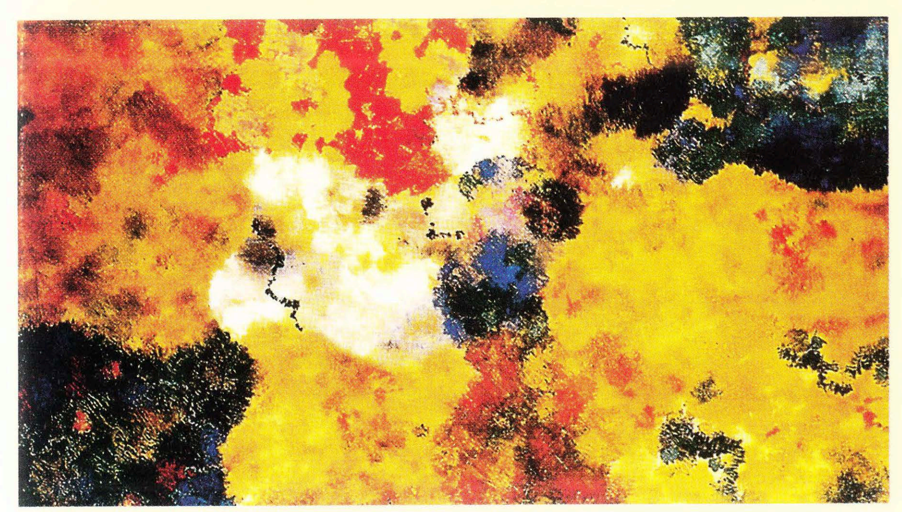
اللوحة رقم 9
نافذة فنتوري (تكوين من القطع الجدارية الفارسية)
صنع ديل تشيهولي: متحف سياتل للفنون.
(تصوير: إدوارد كالديرون).



اللوحة رقم 10
قطعة فينيسية حمراء مرقَّشة، 1991،
صنع ديل تشيهولي.
(تصوير: كلير غاروت).

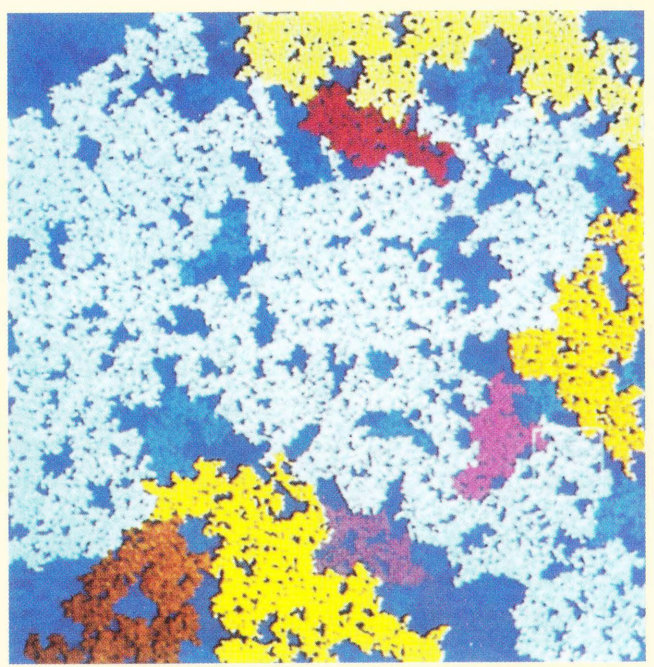


اللوحة رقم 11
غابة ماكيا، 1994، صنع ديل تشيهولي، متحف سانتا باربرا للفنون. (تصوير: سكوت هاغار).



اللوحة رقم 12

ذكرى البدائيين الإيطاليين II، الوان زيتية مع برونز ذهبي (115 X 66.5 سم)، 1927، بريشة أوغستو جياكوميتي، Bündner Kunstmuseum, Chur, Switzerland.



اللوحة رقم 13

تَجَمُّع التقطير Percolation cluster.

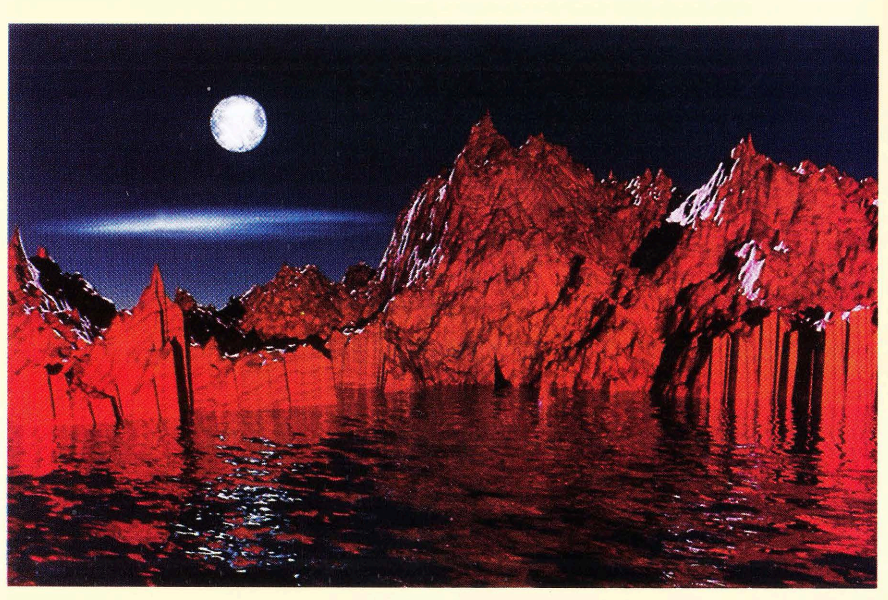


اللوحة رقم 14

منظر طبيعي كَسْري خيالي، يُذكِّر بتركيب كامل لمادة كيميائية معقدة من العناصر. (التنفيذ الفني ر. ف. فوس).

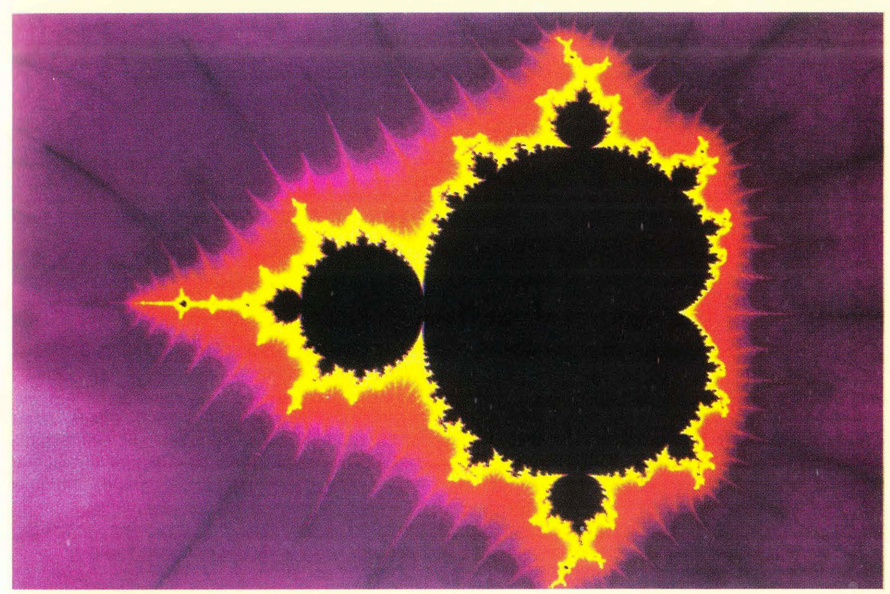
اللوحة رقم 15

شروق كوكب كَسْري. منظر طبيعي كَسْري خيالي آخر. (التنفيذ الفني ف. ك. فوس).

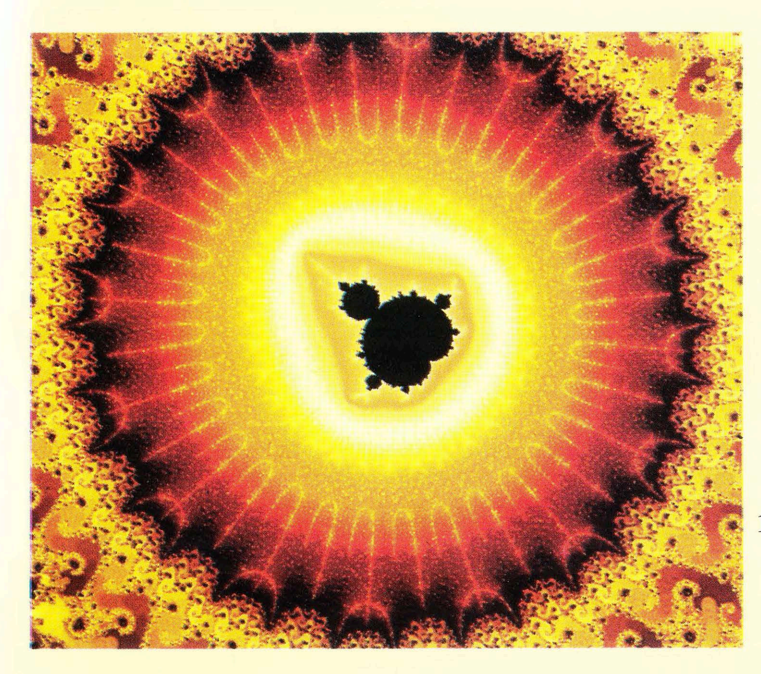


اللوحة رقم 16

هبوط الليل على جزيرة حمراء. منظر طبيعي كَسْري آخر. (التنفيذ الفني ف.ك. موسغريف).



اللوحة رقم 17
منظومة ماندیلبروت. يصفها بعض الكُتّاب بأنها «أكثر المواضيع الرياضية تعقيداً؟... لأن مراقبتها بواسطة النظر ظلت، ولمدة عشرين سنة، تتحدى جهود أذكى العقول في البراهين الرياضية.



اللوحة رقم 18
قطعة مُصغَّرة من منظومة ماندیلبروت.

الاضطرابات الوراثية. ولا بد لي من الإشارة إلى أن ما جعل بالإمكان تحقيق الكثير من هذه التطورات هو التقدم المرافق لها في مجال الكيمياء، وهو التقدم الذي وفَّر أساليب الفصل الفعالة ووسائل التحليل الحساسة وطرقاً محسَّنة لتحديد صفات الجزيئات الكبيرة منها والصغيرة.

والآن لو عدنا بأنظارنا أولاً إلى أوائل عقد الخمسينيات من القرن العشرين وتأملنا مستوى المعرفة (أو بالأحرى قلة المعرفة) التي كنا نمتلكها آنذاك، ثم قمنا بعد ذلك بإدارة الساعة إلى الوراء إلى أيام أرسطو وهيبوقراط وغالين وفيساليوس وباستور، لأدركنا تواً أنه لم يسبق أن مرت فترة يمكن مقارنتها بهذه الفترة على مدى التاريخ الطويل للعلوم الحياتية. إن ما اكتسبناه في هذه السنوات الخمسين الماضية يتجاوز مسألة تجميع هذا الكم الهائل من المعلومات الجديدة، أنه يمدُّنا بفهم جديد للوظائف الأساسية للخلايا، ويتيح لنا إدراك منطق المنظومات المختلفة أثناء عملها ضمن الخلية، وفهم السبب الذي جعل الخلايا البدائية تولَدُ وهي مُحمَّلة بأعباء معينة - مثل الأغشية السائلة - وكيف تم، بمرور الزمن، تطوير الحلول من أجل التصدي بكفاءة لهذه الأعباء.

ولكي نؤكد تسارع هذه التطورات ومدى تأثيرها العميق، يمكن لنا أن نقول إن العقود الخمسة الماضية قد شهدت ثورة حقيقية في العلوم البيولوجية والعلوم الطبية البيولوجية الأساسية. لاشك بأن كلمة «ثورة» هي كلمة تحمل إثارة من نوع ما كما أنها

تصبح أحياناً شائعة الاستعمال. ولكن، و لكي نُسَلِّم بالإنجازات الفذة لهذه المرحلة، ينبغي لنا أن نعود إلى القرنين الخامس عشر والسادس عشر من عصر النهضة الإيطالي وإلى الكونت دو غوبينو، الذي وصف ذلك العصر بأنه من أندر الزهور الذهبية في تاريخ الإبداع البشري، التي لا تتفتح إلا مرة واحدة في كل بضعة قرون. إن ما شهدناه خلال العقود الأخيرة كان تفتحاً لزهرة ذهبية أخرى من أزهار الإبداع البشري، وقد كان هذه المرة في مجال العلوم الطبيعية وبخاصة في العلوم الحياتية.

رعاية حديقة الزهرة الذهبية

كان تفتّحُ هذه الزهرة الذهبية الجديدة، إلى حين، ظاهرة أمريكية وجدت تفسيراً لها إلى حد كبير في القرار الذي اتخذه الرئيس روزفلت بقبول وتطبيق التوصيات التي جاء بها فانيفار بوش، منسِّق الجهود الحربية الأمريكية في مجال العلوم أثناء الحرب العالمية الثانية. وقد اقترح فانيفار بوش، في تقريره إلى الرئيس، الذي نشر في سنة 1945 تحت عنوان «العلم، حدٌّ دون نهاية»، اقترح أن تدعم الحكومة الاتحادية الأبحاث العلمية الأساسية، في كافة العلوم الطبيعية الجوهرية بما في ذلك العلوم الطبية البيولوجية، وذلك كخطوة أولى ضرورية نحو اقتصاد متين. وكان ينبغي أن تشكِّل نتائج الأبحاث المخبرية الأساسية الخطوة الأولى نحو تطوير منتجات قابلة للتسويق من أجل الاستعمال المدني، مثلما شكَّلت تلك النتائج الخطوة الأولى في تطوير أسلحة فعالة أثناء الحرب. كان من المفترض أن تتكفل

الصناعة بأمر الخطوة التالية من العملية، ألا وهي التطوير نفسه. وقد كانت النتيجة المباشرة هي إحداث المؤسسة الوطنية للعلوم، التي سرعان ما أعقبها إحداث المعاهد الوطنية للصحة، NIH وهما الوكالتان الاتحاديتان اللتان سرعان ما أصبحتا المصادر الرئيسة لدعم الأبحاث العلمية الأساسية.

وقد لعب عنصران آخران دوراً رئيساً في التطورات اللاحقة لنظام الدعم الاتحادي. كان أولهما اتخاذ القرار بإسناد المبادرة بإجراء الأبحاث إلى هيئات أبعد قليلاً عن المراكز المسؤولة والمُمَثَّلة بالجامعات ومعاهد البحث في جميع أنحاء البلاد. وكان العنصر الثاني إدخال نظام مراجعة الأبحاث. كان التأثير المزدوج لهاتين الخطوتين البالغتيّ الأهمية هو ظهور مؤسسة أمريكية بكل معنى الكلمة، وهي جامعة البحث ـ المكثّف، التي أصبحت، من خلال مسار العملية، القوة الرئيسية المحركة للتطورات المذهلة المذكورة آنفاً. وقد تم تبني بعض تلك الإجراءات الجديدة بشكل جزئي، خارج الولايات المتحدة.

وإلى جانب قيام الحكومة الاتحادية بدعم الأبحاث الأساسية، فإنها قامت أيضاً بتمويل سلسلة من البرامج لتدريب باحثين جدد وذلك ضماناً لاستمرار الجهود في مجال الأبحاث. وكانت نتيجة كل هذه التطورات، هي فرص واسعة لمزيد من التطورات التي قد تؤدي إلى إطالة عمر الثورة، أو عمر ازدهار الزهرة الذهبية، لمدة ثلاثة أو أربعة عقود أخرى. كما وأصبح لدينا عدد كبير من الباحثين الشباب المدربين تدريباً جيداً، هم

على أهبة الاستعداد للعمل على طاولات المختبرات. ولذلك فقد شعرنا، إلى ما قبل بضع سنوات خلت، بأن مستقبل الأبحاث الأساسية بات مضموناً، وأنه قد توفر للزهرة الذهبية ما هي في حاجة إليه (أي ما يعادل سماداً فعالاً وبساتنة شباب ماهرين) كي تمضي في الازدهار حتى القرن التالي. وفي تلك اللحظة، بدأ مستوى الدعم الاتحادي في الانحدار مما يجعل المستقبل المنظور أمراً غير مضمون.

وإذا ما رجعنا بنظرنا إلى الوراء، لرأينا بكل وضوح أن العوامل التي أدت إلى تفتُّح الزهرة الذهبية في عصرنا هذا كانت العوامل نفسها التي شهدها عصر النهضة الإيطالي: ازدهار يرتكز على التجارة والصناعة، اتساع نطاق التعليم، بما في ذلك التدريب المهني، كثرة مصادر الدعم، وحركة كبيرة للمواهب (هجرة الأدمغة). وما نشهده الآن هو انحدار في الازدهار الحقيقي في مقابل ازدهار ظاهري تولَّد خلال السنوات القليلة الماضية عن عجز في الإنفاق الحكومي. لقد أصبح تعافي الاقتصاد الآن مهمة لها الأولوية الكبرى، وذلك لأن الازدهار الحقيقي هو حجر الزاوية الذي يقوم عليه البناء بكامله. ويعني هذا، أن من الواجب التعرُّف إلى العوامل اللازمة لإنعاش الاقتصاد، وأن دعم هذه العوامل ينبغي له أن يستمر، هذا إن لم يتعزز. إن الاستثمار في الأبحاث في ميدان العلوم الطبيعية الأساسية، وكذلك في مرحلة تطوير نتائجها المُسْتَجدّة يجب أن يُعتبر عاملاً جوهرياً لهذا الإنعاش.

قد يتبادر إلى أذهانكم أنني قد وصفت الثورة في العلوم الحياتية الأساسية بصورة غير واقعية إلى حد ما، ذاكراً الإيجابيات ومُغْفلاً السلبيات. والحقيقة هي أن هناك سلبيات تستحق الاهتمام. وكبداية، يمكن القول إن سرعة التطورات والطبيعة التنافسية العالية لنظام الدعم، تقويان بعضهما بعضاً وكثيراً ما تستحوذان على كامل وقت وجهود العاملين في مجال الأبحاث العلمية، وبالتالي فهما تؤديان إلى تضييق مجال الرؤيا لديهم. إن التركيز يشحذ تقدم العالِم، لكن ثمن ذلك يكون على حساب تضييق مجالات اهتمامه وتقليل احتكاكه بالعلوم الإنسانية وبالنواحي العملية للحياة السياسية. وقد تكوَّنت لدى بعض العلماء عقلية عمال مناجم الذهب الذين يصممون على ألا يعثر العامل المجاور لهم على سبيكة ذهبية أكبر.

إن كثيراً من العلماء يعتبرون أنفسهم مخلوقات ثمينة ذات قيمة خاصّة، ويتوقعون من المجتمع أن يعاملهم وفقاً لذلك. غير أن مجتمعنا هو خليط كبير من جماعات مختلفة الأهواء ليست جميعاً بالضرورة جماعات عقلانية. بعضها يفقد صبره لأن مشكلة مرض الإيدز لم تُحل بعد، وبعضها يشعر بالقلق حول حقوق قططها، وأخرى تحب المُنْتَج النهائي، ولكنها لا تحب السعر المدوَّن عليه. المشكلة هي أن السواد الأعظم من الناس، عموماً، يقدِّرون النتائج النهائية للأبحاث العلمية، وبخاصة إذا كانت تؤدي إلى جعل العمل أسهل والحياة أسعد وأبهج، غير أن قيمة النتائج المبدئية والعملية الطويلة المُكْلِفة،

بدءاً من المختبر وانتهاءً بالمُنْتَج النهائي، نادراً ما يحظيان بالفهم أو التقدير.

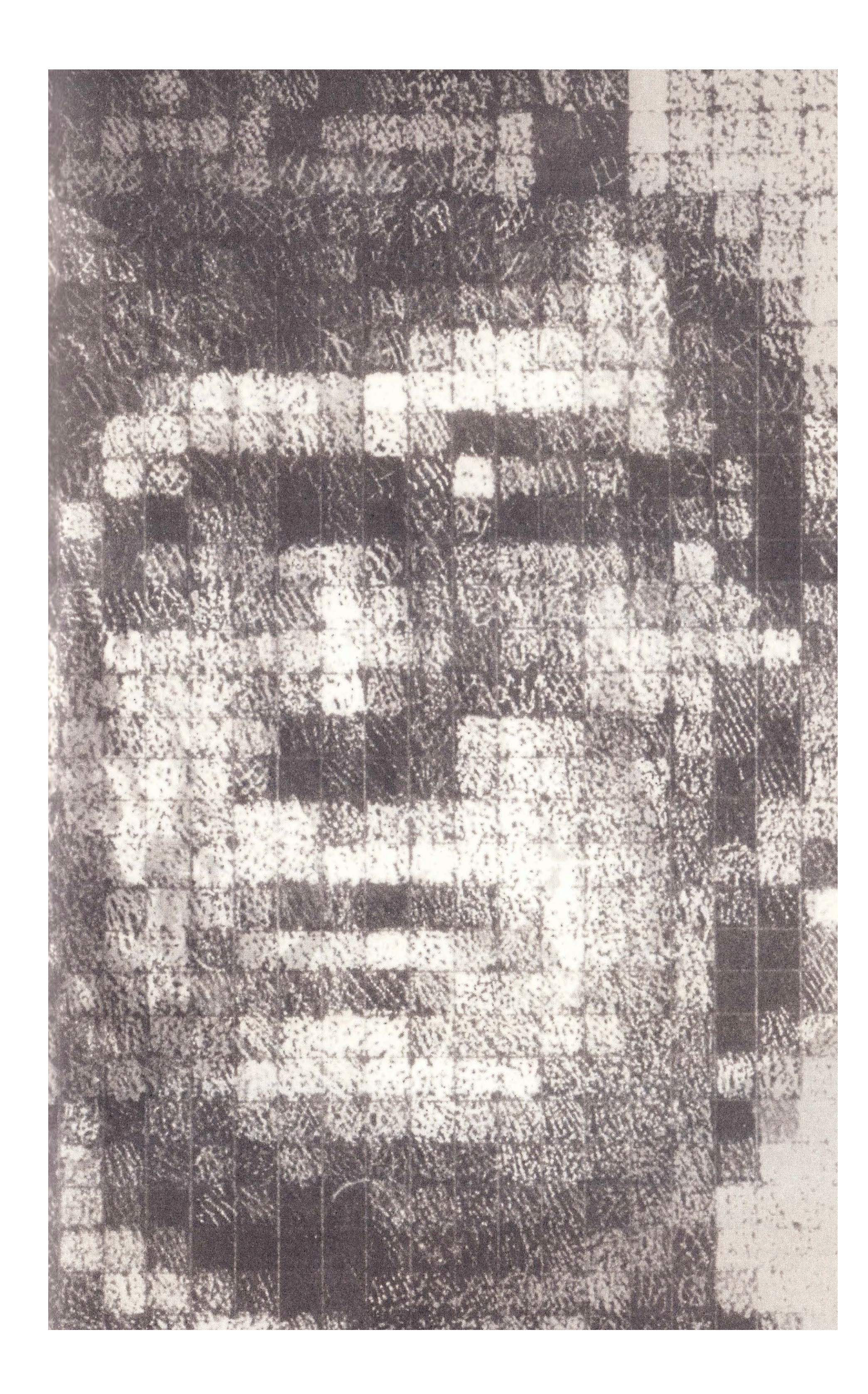
لقد سار موكب شعبي خلف لوحة «ماييستا» لدوشيو في سيينا سنة 1311، ولكن ما من موكب، ولاحتى من العلماء، سار خلف نموذج التركيب اللولبي المزدوج لل د.ن. أ. الذي اكتشفه واطسون وكريك في كامبريدج سنة 1953.

إن كشفاً علمياً كبيراً لا يمكن له أن يحمل نفس التأثير المباشر والفوري والواسع، على الناس بعامة، كالتأثير الذي تثيره لوحة أبدعها أستاذ في الفنون البصرية. ولعل الاستخدام الحالي للمخططات والرسوم المتحركة لعرض الحقائق والتفسيرات العلمية، هو محاولة للتعويض عن هذا القصور الكامن في طبيعة العلوم. وعلى العلماء القيام بتثقيف الرأي العام ـ وتثقيف أنفسهم ـ وذلك في ما يتعلق بفن التواصل الفعال.

لقد أحدثت الثورات العلمية في القرن العشرين تأثيراً عميقاً على المدنية الغربية، ونرى النتائج ماثلة أمامنا بجلاء في كل مكان: في الاتصالات، وفي السفر، وفي الترفيه، وفي التصنيع الصناعي، وفي المنسوجات والتسويق والعمليات العسكرية والمجال الطبي والزراعة. وفي ما يتعلَّق بهذا الخصوص، فإن الثورات العلمية للقرن قد أنجزت أكثر مما وعدت به. فهل يعني ذلك أنه لم تكن هنالك نتائج سلبية؟... يمكننا القول هنا بأن التنافس على العقول المبدعة قد عمل في غير مصلحة مجالات أخرى من النشاط الإنساني الإبداعي. وقد لا يكون من

قبيل الصدفة أن الأسماء العظيمة في الفنون المكتوبة تأتي اليوم من أجواء خارجة عن العالم الغربي، من أمريكا الجنوبية وجنوب أفريقيا، حيث لا تُعتبر العلوم هي سيدة الموقف. هل كان ازدهار الفنون البصرية أقل من ازدهار العلوم خلال العقود الأخيرة من القرن العشرين؟... وإذا كان الأمر كذلك، فهل كان ذلك من قبيل الصدفة أم أنه أثر ناتج عن سبب مباشر؟... لقد فقد الإنسان والطبيعة مكانتهما التقليدية المركزية في الفنون، كما ذكرنا آنفاً، ففي القرن السادس عشر كانت الفنون البصرية تؤثر على طريقة تقديم النتائج العلمية، أما في القرن العشرين، فقد مارست العلوم تأثيرها على المواضيع التي كانت الفنون البصرية تدور في فلكها.

قد تستمر الزهرة الذهبية في ازدهارها أو قد تذوي، ويرتبط ذلك إلى حد بالغ الأهمية بازدهار هذا البلد وبازدهار المدنية الغربية. ولكن بغض النظر عن الهواجس بشأن المستقبل وبشأن التأثيرات السلبية، فإن السنوات الخمسين الماضية ستبقى ولفترة طويلة جداً، هي السنوات الخمسون التي أطلقت العلوم إلى ذرى لم يكن أحد ليحلم بها من قبل. وعلينا أن ندرك أنه بغض النظر عن المنافسة الشديدة، وعن مصاعب التمويل والمضاعفات والنكسات، فقد كان من قبيل الامتياز أن نعيش ونعمل في ظل الإثارة والانفعال اللذيْن خلقتْهما هذه الثورة، إن ذلك أفضل إلى حد كبير من الاكتفاء بإنجاز القليل خلال واحدة من فترات السُبات التي سبقت هذه الثورة.



الجزء الرابع

أنماط الإدراك



فرانسواز جيلو

منظور الرســام

نعلم جميعاً أن الفن لا يُمثّل الحقيقة. الفن أكذوبة تجعلنا نتعرّف إلى الحقيقة، أوعلى الأقل، إلى تلك الحقيقة التي قُدِّمت لنا كي نفهمها. على الفنان أن يعرف كيف يقنع الآخرين بصدق أكاذيبه.

بابلو بيكاسو، 1947
(حديث بين ب. بيكاسو وف. جيلو)

سألني بعض طلابي «كيف يتأتى لشخص ما أن يعلم أنه يمتلك إمكانية أن يكون فناناً أصيلاً؟ . . .» وكان جوابي «بوسعي القول إن ذلك أمر في غاية البساطة، كم عدد الساعات التي تستطيع أن تبقى فيها وحيداً في اليوم، في الأسبوع، في الشهر، في السنة، طوال فترة حياتك؟ . . . إذا كنت تستطيع البقاء وحيداً طوال الوقت تقريباً، فإن بمقدورك أن تكون رساماً».

كنت أدرك، منذ أن كنت في الخامسة من عمري، أنني أود أن أكون رسامة. وقد قال لي أبي، وكان مهندساً زراعياً، «إذا ما قضيت ثماني ساعات في دراسة القانون، فسأسمح لك بالرسم لمدة ثماني ساعات». وقد التحقت بمدرسة الحقوق، وتابعت الرسم. وحتى في ذلك الوقت، كنت أعتقد أن

الإنسان، إذا ما أراد أن يكون رساماً، فعليه، إما أن يكون رساماً عظيماً، أو أن لا يكون.

في سنة 1941 قررت أنني أريد أن أكون رسامة. كنت وقتها في باريس، وكنت أعيش يوماً بيوم، فقد كانت تلك أيام الحرب، وفي كل يوم كان يمكن أن يحدث أي شيء. وكانت السلطات الألمانية تتفحص اللوحات بحثاً عن محتواها. لذا فإن جُلَّ ما كنا نود التعبير عنه، كان ينبغي أن يكون رمزاً. كان عَقد الأربعينيات من القرن العشرين فترة مأسوية، فقد قُتل كثيرون من خيرة أصدقائي. ولم يكن ذلك من الإثارة في شيء، بل كان مأسوياً.

لو أنني كنت قد التقيت پيكاسو في أوقات طبيعية، لكانت الفروق بيننا أمراً لا يمكن تخطيه. فقد كان هو في أوج حياته المهنية، أما أنا فكنت لا أزال في مستهلها. كنت أقيم معرضاً، وذهبت لتناول طعام العشاء مع صديق في مطعم قريب. كنت أمثّل أحد الآمال الكبرى لدى أبناء جيلي، وأحظى باحترام الآخرين. أرسل پيكاسو طبقاً من الكرز إلى مائدتنا. كانت تلك هي الطريقة التي قدم نفسه بها، وكان ذلك في أيار/مايو 1943. أصبحت ثمار الكرز رمزاً في رسومه، وإلى جانب الكرز، ثلاثة أقداح. كان پيكاسو يبحث عن طرق لإعادة ترتيب أسلوب رؤيتنا للعالم. لم يكن يلتزم بالحَرْفية، واهتدى إلى أساليب يرمز بها للشخص بواسطة الألوان والأشكال. لقد حدّق فيّ إلى أن أصبحت صورتي جزءاً من تفكيره، وعندها قام ببعثرتها

وإعادة ترتيبها. كانت العناصر هي ذاتها، لكن الترتيب كان مختلفاً، كان أكثر تعقيداً. ومع أن ظِلَّ پيكاسو بقي مرتسماً على لوحاتي لبعض الوقت، إلا أنه لا يمكن القول إنني واحدة من مجموعة پيكاسو من الرسامين.

كان أسلوب تعليمه غير مباشر، فهو يقوم بنقد اللوحات والحديث عنها، ولكنه كان يتحدث غالباً عن أعمال الآخرين، عن مانيه أو سيزان مثلاً. وكان يقول دائماً إنه لا يستطيع التعليق على اللوحة قبل الانتهاء من رسمها. لقد تعلمت من پيكاسو أن أركّز، وألا أفكر بأي شيء آخر.

أصبحت أدور في فلك پيكاسو، وكان ذلك بصورة ما استمراراً لعلاقتي مع أبي، الذي كان قد علمني كيف أناقش وكيف أكون قوية: فالأسْود لا تتزاوج إلا مع الأسْود. كان الآخرون يوافقون بابلو على كل شيء، أما أنا فكنت أقول لا بين الحين والحين. عندما التقيته كان عمره 61 سنةً. وبعد أن أنجبنا طفلين قلت لبابلو إنه ينبغي لعلاقتنا أن تتبدل. لم أتمكن من إدراك سبب جهله أن سلوكه اللعوب لم يكن ليروق لي. ساءت علاقتنا، وفي أواخر سنة 1953، استأجرت سيارة وركبت القطار مع طفليّ إلى باريس تاركة ورائي كل شيء. وخلال الفترة 1960 ـ 1964، كنت غالباً ما أرسم في لندن وأعرض رسومي في باريس ولندن.

في أيار من سنة 1969، أقمت معرضاً في لوس أنجيلوس.

كما أنني ذهبت إلى هناك أيضاً كي أنفِّذ بعض الأعمال بطريقة الطباعة على الحجر، ولكنني لم أكمل ذلك، وهكذا عدت في أيلول/سبتمبر. قلت لأحد الأصدقاء: «إنني لا أريد رؤية أحد من علمائكم، لأن العلماء والفنانين لا ينسجمون» وعندما ذهبت إلى حفل غداء كان الدكتور جوناس سالك حاضراً فيه، لم أتفوه بكلمة واحدة. وقد رأيته مرة ثانية في حفل عشاء رسمي، وكان الأمر مختلفاً هذه المرة. تزوجنا في باريس في حزيران/يونيو، وأصبح كل منا للآخر ملاذاً حصيناً. دام زواجنا 25 سنة إلى أن وافاه الأجل. كانت حياة تبادلنا فيها الأفكار والآراء بأسلوب بالغ الروعة، فقد كان يتعين علينا إيجاد أرضية مشتركة.

وشيئاً فشيئاً صار كل منا يفكر من خلال منظور الآخر، فقد تحول مكتبٌ في معهد سالك لشهور قليلة إلى استوديو للرسم. وبدلاً من أن أكون محاطة بأصدقاء پيكاسو أو برسامين، كنت أعمل وسط جماعة من العلماء البارزين الذين كانوا يتباحثون في أمور الـ د. ن. أ. DNA والـ ر. ن. أ. RNA والبروتينات. واسترجعت كلمات الناقد الفني البريطاني هربرت ريد إذ قال:

> «إن العمل الفني هو، إلى حد ما، حقيقة تجريبية مثله في ذلك مثل تركيب جزيء الكربون، والحقائق التجريبية للعلم هي، كالعمل الفني، مسألة اختيار، أو صدفة أو إلهام».

هربرت ريد، 1960

لقد أصبح الفن والعلم في ذهني طرفين لسلسلة متصلة

يعتمد فيها كلا الطرفين على عناصر الاختيار وعلى موهبة الاكتشاف المفاجئ وعلى الإلهام. وسأقوم بمناقشة طرف الطيف الفلسفي الذي أعرفه أكثر من غيره، ألا وهو الرسم.

إن الرسم، من حيث المعنى العصري للكلمة، يشمل كل ما يقوم به الرسام. وفي هذا الفصل سأتحدث عن الرسم من منظوري الخاص، وسأحاول ألا أعرض سوى بعض الأفكار «شذرات صغيرة» التي آمل أن تثير جدلاً. فضمن نطاق الفلسفة تشعر، ولسوء الحظ، أنه مهما كان الشيء الذي قلته إلا أنه كان يتوجب عليك قول شيء مغاير. ويصدق هذا بشكل خاص لدى مناقشة فلسفة الرسم لأن كل ما يُقال عن الرسم بواسطة الصوت، لا يعدو أن يكون خيالاً أجوف: إذ إن الرسم لغة تتجاوز الكلمات. إن لغة الرسم لغة خفية، إنها مجاز. إن الرسامين يتحاورون، لا شك في ذلك، ولكن باللوحات لا بالكلام.

الرسم فن الصمت

إن من يتحدثون عن فن الرسم غالباً ما يشيرون إلى لغة، ولغة الرسم هذه ليست مجرد انعكاس للكلام المنمق، فاللوحة، عن طريق استخدام الرموز والصور والمشاعر، تحمل رسالة تتواجد على مستويات عدة.

إن الهدف الذي يسعى إليه أي عمل فني هو الكشف عن جوهر العوالم الداخلية والخارجية. ينطلق الرسم من الجمال

ساعياً وراء الحقيقة العارية، وتعريف الجمال عند رسام ما، هو أمر يخص الفنان وحده. والشيء الجوهري الذي يجب إدراكه هو أن الفنان عندما يتحدث عن الجمال، لا يجب بالضرورة أن يكون هذا الجمال لطيفاً أو جذاباً أو حلواً. فالجمال الذي يتوجه إليه الرسامون لا يستهدف الانسجام، بل يرمي إلى التجريد والإثارة والقوة والمبالغة بكل أنواعها. أنا لا أحاول هنا أن أرضي أحداً أو أن أغضب أحداً. ولا أريد أن أقول «إن هذا قبيح» أو «هذا بديع»، فهذا شأن لا يعنيني. فمن منظور الرسام، لا يشكل كون اللوحة باعثة على السرور أو على النفور، العنصر الحاسم بالنسبة له. وفي اعتقادي أن الجمال ليس زخرفاً ولا هو بالشيء السطحي. بل إنه تعبير صادق أو مناسب عن النسق الجوهري للحياة، تعبير قد يكون، أو قد لا يكون، جميلاً بحسب المعنى التقليدي للكلمة، إن الجمال كله والفن كله يعتمدان على إحساس بالنظام.

الفن لغة صامتة، ولكنه أيضاً انعكاس للنظام الكوني. والرمز ليس شيئاً «يصف» الحقيقة. فالدولاب مثلاً يمكن أن يكون رمزاً للحركة. وليس عليك أن ترسم قدمين تركضان لكي تمثل الحركة. المثلث أيضاً يمكن أن يكون رمزاً، وهناك مستويات مختلفة تستطيع تفسيره عندها. أنا لا أعني «الرمزية» بمفهومها الحرفي، بل أعني الأشكال والألوان المتناهية البساطة، التي يمكن لها إثارة أفكار معينة دون أن تقوم بوصف هذه الأفكار.

إن كلاً من العالِم والفنان يسعى إلى إيجاد وتأكيد نظام أساسي يعتبر جزءاً جوهرياً من الطبيعة والكون. ومهما كانت الصور التي ننتجها فهي لا تعدو أن تكون نتاجاً للمنشأ الأصلي للتراكيب، وهو الدماغ. وتكون النتيجة، بالنسبة للفنان، سلسلة من الانطباعات الذهنية المصوَّرة، وهي شكل من أشكال التواصل لا يماثل الأسلوب المنطقي للتحديد والتحقُّق، الذي يلجأ إليه رجال العلم وعلماء الرياضيات، وإنما هو مكمِّل لهذا الأسلوب.

الرموز: حقيقة تشكيلية جديدة

كلمة رمز Symbol، مشتقة من الإغريقية Syn، وتعني مع أو سويةً، و bol، وتعني يرمي، أي أن الكلمة تعني الرمي سوية. إن على اللوحة أن تكون قادرة على تحريك أحاسيسنا، ومشاعرنا وعقولنا. هناك مستويات عدة في لوحاتي، ولكنني لا أجد ضرورة لأن تُفهم جميعاً بصورة عقلانية، يجب أن يتم الإحساس بها لا فهمها.

ولا يتعين على الرمز أن يكون شبيهاً بالشيء الذي يعبِّر عنه، بل يمكن له أن يكون أي شيء. مثلاً، عندما تريد التعبير عن المشي، فإن بوسعك رسم دائرة (لا قدم)، وذلك لأن الدائرة ستدور. وهكذا فإن الرمز، من الناحية المرئية لا حاجة به لأن يكون وصفاً دقيقاً للحقيقة. وأنت إذا ما نظرت إلى الفن القَبَلي الأفريقي، ترى أن نسب شخوص التماثيل ليست صحيحة

من الناحية التشريحية (الرأس قد يكون بالغ الضخامة، والساقان بالغتي القصر، وإلى آخر ما هنالك). بل إن الوضعيات حتى، ليست دقيقة تشريحياً، غير أن التأثير قوي. إن الحقيقة التصويرية graphic يمكن لها أن تتجاوز الحقيقة الحرفية نظراً لقوة العلاقات وقدرتها التعبيرية. وهذه القوة هي مفتاح مهم لفهم أعمال الرسامين المعاصرين.

روح الاكتشاف: معادلة مع المجهول

ما هو وجه القرابة الممكن بين فن الرسم وبين العلم؟... بوسعي القول إنها روح الاكتشاف، ولا سيما في القرن الماضي، وذلك عندما توقف الفنان عن محاولة وصف العالم الخارجي. هنالك الآن طرق عدة للقيام بذلك، فمنذ اختراع آلة التصوير لم يعد الرسام ملزماً بنسخ الواقع، بإمكانه الآن أن يكون ذاتياً تماماً، كما أن بإمكانه أن يكون حراً في اللجوء إلى ما يعتمل داخل نفسه.

وبرأيي أن الرسام هو شخص يضع نفسه في معادلة مع المجهول، كما وأعتقد أن العالِم يجد نفسه، من حيث الأساس، في الوضع ذاته. ما هي المعادلة؟... في المعادلة تكون لديك كميات معينة معروفة سلفاً، حتى ولو لم يجر قياسها، وكميات أخرى مجهولة من حيث تعريفها. أما الحل فهو الاكتشاف والتحري عما يتيح لك أن ترى أو تفهم أكثر من ذلك قليلاً. إن روح الاكتشاف هذه تحمل الفنانين والعلماء معاً ليتجاوزوا ما هو تقليدي نمطي.

منظور متزامن

يتبدى لنا العالم بصورة أرقام.

كراسات ليوناردو دافنشي، مطبوعات غاليمار، 1942

إن كافة قوانين الشكل الفني تحمل في صميمها جوهر الرياضيات شديدة البساطة.

هربرت ريد، 1960

المنظور هو النقطة الأمثل التي تربط بين وجهات النظر المختلفة. وإذا ما نظرت إلى الفن من منظور تاريخي، بدءاً من الماضي وباتجاه الحاضر، ترى أن هناك تطوراً متوازياً بين الفن في فترة تاريخية معينة وبين العلم خلال نفس الفترة التقريبية. فالهندسة (وهي أحد أوائل العلوم التي ظهرت للوجود) تزامنت مع قيام شكل الفن المصري والإغريقي القديمين، وهو الشكل القائم على نظام من النِسَب. فالشكل البشري، مثلاً، كان يُرسم وفق علاقة رياضية محدَّدة تربط بين أجزائه. فبالنسبة للإنسان، كان الطول إلى الكاحل وإلى الركبة وإلى الكتف، إلخ... يتوزع حسب معدلات تتناسب وباقي الجسم. كانت تلك الأرقام تُحسب وفق متوالية رياضية. لقد جاءت تلك الأرقام إذاً، من الناحية الفعلية، بصورة اكتشافات موازية للاستكشافات العلمية التي حدثت في الوقت نفسه تقريباً في الهندسة وفي الفن المصري والإغريقي القديم. والواقع أن الفنون في العصور القديمة كان يُتوقع منها أن تكون معادلاً بصرياً لكافة المعارف المتوفرة.

هيمنت الرياضيات على الفن الإسلامي، فبالنظر إلى المعتقدات الدينية لم يكن يُسمح لأي تصميم أو موضوع في الفن الإسلامي، أن يكون مرتكزاً على الشكل البشري. لذا فإن كل ما يمت إلى الفن الإسلامي كان رياضياً صرفاً. والأرقام هي أبسط أشكال الفكر وأكثرها بدائية، إنها أكثر الرموز تجريداً.

إن المبادئ الرياضية ـ البصرية للمنظور، التي اكتُشفت من قِبَل فيليبو برونيليتشي قبل سنة 1420 أتاحت للرسامين استخدام المبادئ العلمية للتحكم في الخداع البصري للأشكال والألوان ضمن الفراغ. وقد خاض الفنانون تجارب في مجال توزيع الفراغ تبعاً للاكتشافات العلمية الحديثة وتمكنوا من خلق خداع بصري قوي عن الواقع. وعن طريق وضع مقياس لأحجام الشخوص في الفراغ، وعن طريق نقل موقع الرؤية يميناً أو يساراً على امتداد خط الأفق، أو عن طريق تخفيف التباين اللوني عند المدى البعيد، حاز الفنانون، الذين اتبعوا منهج العلماء الذين كانوا يقومون بالتجارب في مجال البصريات، حازوا أداة بصرية جديدة مهمة، منظور الفراغ. في مستهل عصر النهضة كان الفنانون يخلقون الفراغ عن طريق إجراء حسابات هندسية دقيقة، وقد أوجدوا منظوراً شبه مسرحي في لوحاتهم.

يُعتبر ليوناردو دافنشي مثالاً جيداً لفنان استحوذت عليه روح الاكتشاف. لقد كان مأخوذاً بالتشريح. بل إنه كان يخرج ليلاً كي يجد جثثاً ويشرحها، مع أن ذلك كان محظوراً تماماً في ذلك الزمن. لم يكن يرفض أحابيل الفراغ الوهمي، ولكنه

تحدى «صدق» المنظور المسطَّح المصطنع، فالصدق عنده كان يعني صدق الملاحظة. وهو لم يكن رساماً متميزاً فحسب، وإنما كانت رسومه ترتكز على فهم عميق للعلم الذي كان معروفاً حينذاك. لم يكن التشريح وحده هو الذي أثار اهتمام هذا الفنان، لكنه كان يهتم أيضاً بعلم طبقات الأرض. وفي لوحاته الخاصة بالمناظر الطبيعية، كان يحاول إظهار الحقب المختلفة التي كانت فيها بعض الطبقات في المناظر الطبيعية تتميز عن غيرها، كاختلاف طبقات الطمي عن طبقات الصخور الأساسية مثلاً.

تُعتبر اللوحات التي أبدعها بوسان في القرن السابع عشر بلاغة تشكيلية، ولغته التصويرية الصامتة هي المعادل الرياضي الدقيق لمفهوم نيوتن للفراغ، فالتكوينات الرياضية لهذه اللوحات واضحة دون لبس. وقد أصبح الفنانون القدامى الذين تأثروا بعلوم عصرهم، أصبحوا بدورهم، مثالاً يحتذي به الرسامون الذين جاؤوا بعدهم. فقد كان بوسان مجدِّداً وفق التقليد الفرنسي الكلاسيكي، كما أعلن سيزان عن عزمه على «تكرار بوسان مرة أخرى عن الطبيعة». لقد قام الفنان الذي جاء بعد عصر المدرسة الانطباعية، والذي كان المَعيْن لكثير من الاتجاهات الكبرى في فن القرن العشرين، قام بدور الدليل في المسيرة نحو الأمام.

إن الكثير من الفن المعاصر قائم على حوار لا واع بين الفنانين والعلماء. فقد كان پيكاسو، مثلاً، يعرف العالم

الإنكليزي ديسموند بيرنال، مؤسس علم البيولوجيا الجزيئية. وكان بيرنال، وهو أستاذ في جامعة كامبريدج، مأخوذاً بالأسلوب الذي ماثل به الفنانُ العصري التراكيبَ العلمية، حتى ولو لم يكن الفنان مدركاً للعلاقة بشكل واعٍ. وبالتالي، يمكنك ربط أشكال پيكاسو التكعيبية بعلم البلوريات. تسترجع مارغريت غاردنر، ابنة عالم المصريات المرموق في جامعة أكسفورد الذي رافق إيرل كارنارفون عند فتح ضريح توت عنخ آمون، في مذكراتها (غاردنر. 1988)، ذكرى مجيء پيكاسو إلى لندن لزيارة بيرنال، وتقول: «كان يقيم في هذه الشقة، وذهب پيكاسو لرؤيته هناك، ورسم صورة مَلِك على الجدار. كان جداراً أبيض عادياً، رسم بالطباشير صورة ملك متوّج ثم قال: «إنه يبدو وحيداً»، ثم رسم له ملكة». (هذه اللوحة الآن هي جزء من مجموعة معهد الفن المعاصر في لندن).

وفي اعتقادي أن الفنانين بعامة يهتمون بالإنجازات المهمة التي حققها العلماء في أيامهم، وهم مدركون لها إلى حد ما، ويشعرون أنهم أحرار في استخدام ما يعنيهم من هذه العلوم. عندما كنت متزوجة من جوناس سالك، مدير معهد سالك، كنت أحياناً، ولكن ليس غالباً، أصغي إلى المحاضرات التي كان العلماء الزائرون والعلماء المقيمون يلقونها. قبل نحو عشرين سنة، أثارت اهتمامي محاضرات هوبل وويزل حول التجارب التي كانا قد أجرياها على أدمغة القردة (راجع فصلَيّ بفننغر وستيڤنز). كانا يضعان مساري كهربائية electrodes على

إحدى الخلايا ـ خلية دماغية معينة مرتبطة بشبكية العين ـ ويقومان بتسجيل إشارة عندما كانت تلك الخلية المعينة تنشط للحركة. ومن ثم كان العالمان يعرضان على شاشة أمام القرد، مستطيلاً أبيض على أرضية حيادية اللون، مثلاً، أو دائرة أو مربع أو مثلث، بلون أحمر، على أرضية مغايرة. في اللحظة التي كان الشكل أو اللون يظهر بمفرده، كانت خلايا دماغية معينة تُبدي أعلى مستوى من التجاوب. كما أن اللحظة التي كانت فيها الصورة (المربع، الدائرة، المستطيل) تنتقل من شكل أو من لون إلى آخر، كانت تشِّكل محرضاً آخر ينشِّط خلايا دماغية معينة. وهذا أمر مثير للاهتمام لأنه يكشف عن أن الرسامين (والمشاهدين) يتأثرون باستجابات بيولوجية تتجاوز قدرتهم على التحكم بها (راجع فصل ستيڤنز في الجزء الرابع). إن الفنانين لا يستجيبون لشياطينهم الداخلية فقط!. . .

العملية الإبداعية: عملية بَلْوَرة

من هو الفنان برأيك؟... هل هو أبله لا يملك سوى عينين إذا كان رساماً، ولا شيء سوى أذنين إذا كان موسيقياً، أم أنه مجرد حالم تتنازعه أهواء القلب إذا كان شاعراً، أم أنه لا يعدو كونه كتلة من العضلات إذا كان ملاكماً.

پيكاسو، 1945
من حديث بين ب. پيكاسو وف. جيلو

ليس الفن للحمقى فحسب، للأشخاص الذين لا يقدرون على القيام بأي شيء آخر، كما يعتقد الكثيرون. لكن لغة الفن

هي لغة غير مألوفة على نطاق واسع. أذكر أن پيكاسو كان يقول لي: «إذا كان الناس لا يقرأون اللغة الصينية، فإن ذلك ليس برهاناً على أن لغة المندرين الصينية، ليست أسلوباً جيداً للكتابة، إنها لغة قواعدية ـ فكرية. وما لم تكن عارفاً بالطريقة الرمزية الصينية في الكتابة التصويرية، ماذا يسعك أن تقول ضدها؟...».

إن كل فنان يسعى لأن ينقل رؤيته إلى الآخرين، وتتمتع كلمة رؤيا بالأهمية ضمن مفردات الفنان. ولا شك أن تلك الرؤيا ليست لغة من حيث ماهيتها، بمعنى أن الفنانين لا يستخدمون كلمات. ومع ذلك فإن الفنانين والنقاد على حد سواء يتكلمون عن لغة الفن. ولا شك أن البناء syntax الفني، أي الطريقة التي تُضَم بها الصور، والرموز، الخ... إلى بعضها بعضاً في هذا الإنشاء التصويري، ليس بالأمر الاعتباطي على الإطلاق. فالعلامات الخطية هي علامات ذات تفاعل متبادل معقد. مثلاً، إذا أخذتَ خطاً ما، وكان ذلك الخط أفقياً، فهو خط في وضعية راحة. وما من أحد يستطيع أن يرى ذلك الخط الأفقي على أنه خط ناشط. وإذا أخذت خطاً عمودياً، فعندها يصبح أكثر مدعاة للاهتمام لأنه يكون لزاماً على عينك أن تنتقل بين الأعلى والأسفل. وإذا كان الخط مائلاً أو متعرجاً، فإنه يكون أكثر حيوية. قد يتفق كل الناس معي، ولكن لن يقوم كل الأشخاص بالتفكير في الخطوط، فهي عنصر أولي لدرجة أن كل فنان يعتبرها جزءاً من المفردات الأساسية. وهناك عناصر

أخرى لا تقل جوهرية، المظهر والشكل، والحجم واللون. وعن طريق التفاعل اللوني المتبادل، يقوم الفنان العصري بإيجاد الفراغ. لقد قمنا في الفن الحديث بالتخلي عن اللجوء إلى أية خطوط مائلة للإيحاء بالمنظور. فعن طريق اللون وحده، نجد الوسائل الكفيلة بخلق إحساس بالاقتراب أو بالابتعاد.

أنا فنانة لونية، لكن لوحاتي أثناء الحرب كانت ذات ألوان داكنة. فالأحمر بالنسبة لي يعبِّر عن القوة، أما الأزرق فهو ذو تأثير أكثر هدوءاً. إن الألوان تعبر عن المزاج كما تعبر عن مواقع الأشكال في الفراغ. ويقوم كل فنان بالتعامل ببراعة مع العناصر الأساسية، ومع عناصر أخرى كثيرة أيضاً، كمفردات بصرية وذلك ليقول ما يريد قوله، لأن الرسام يريد أن يمارس تأثيراً على دماغ المشاهد لينقل إليه رؤياه الفريدة.

إن ما يضيفه المشاهد إلى العمل الفني سيكون له تأثير على رد فعله. وتعتمد حقيقة ما إذا كان المشاهدون يكرهون هذا الفن فعلاً على نوع ما يحملونه معهم من «أمتعة» ثقافية يضيفونها إليه. إذا كنتُ مُلِمَّة بالموسيقى، فقد أقوم بقراءة النص الموسيقي قبل أن أذهب لسماع القطعة الموسيقية، ولكني إن لم أكن كذلك، فقد لا أرغب سوى بالذهاب إلى الحفلة والاستماع إلى الموسيقى. إنني لن أدرك كل الخفايا الدقيقة للأمر، ولكنني سأدرك منها ما يكفي لجعل الموسيقى تُحدث تأثيراً علي. ولا يختلف الأمر كثيراً في ما يتعلق بالفن البصري. فكلما كان المُشاهِد أكثر معرفة، زاد ما يتلقاه من الفن.

الحوار مع لوحة الرسم

لقد جاء تطوري كفنانة عن طريق استكشاف الفراغ والشكل واللون والضوء والخط والبُنْية، وأنا أُكِنُّ تقديراً عظيماً للكيفية التي تنجذب بها هذه العناصر نحو خلق التوازن. وعندما يتحقق مثل هذا التوازن، فإن العمل يكون قد اكتسب ما أدعوه بالمنطق الداخلي الخاص به (اللوحة 1)

صحيح أن الفن قد ينشأ عن اللاوعي، ولكن ما إن توضع العلامات على لوحة الرسم، حتى تكتسب اللوحةُ حياة خاصة بها. وما دمت لا تركز إلا على أفكارك أو مشاعرك، أو على ما هو كامن داخل نفسك، وتتأمل كل ذلك بروِيّة، فإن علاقتك بالموضوع الخارجي تتلاشى. وهكذا، تكمن المشكلة بالنسبة للرسام في جعل كل شيء يترابط بطريقة تكون صادقة مع الذات الداخلية، وأن يدخل، في الوقت نفسه في حوار مع اللوحة، التي هي مادة خارجية تماماً ذات حقيقة ظاهراتية phenomenal خاصة بها. إنني أقرر حجم لوحة الرسم، ولكنني لا أسيطر عليها سيطرة تامة. فهنالك أشياء كثيرة تكون موجودة على اللوحة حتى قبل أن أبدأ برسم أي شيء عليها، مثل تربيع أو استطالة اللوحة. إن هندسة شكل لوحة الرسم مهمة، العلاقة بين طولها وعرضها مثلاً.

وحتى لو كانت لدي رؤيا مسبقة، فإن الرؤيا هي نتيجة، والشروع في الرسم هو عملية. إنني هنا، ولست هناك، ولهذا،

علي أن أجد وسيلة للوصول إلى هناك أن أبدأ من مكان ما. وبمجرد أن أضع أول لون أو أول شكل، فإن كل شيء سيتبع. وبعد ذلك، يتحول الأمر إلى حوار مع لوحة الرسم.

أفكر في خط آخر، في شكل آخر، ربما بمثلث؟... إن ذلك يثير مشاكل أخرى. أي نوع من المثلثات يجب أن يكون: مثلث قائم الزاوية أم مثلث متساوي الأضلاع؟... هل يجب أن تكون له بُنْية؟... ملوّن أم بالأسود والأبيض؟... هل سيختلف التأثير عن تأثير الدائرة الأولى، أو هل يجب أن يكون مختلفاً؟... إن الأحمر هو لون أساسي، هل يجب أن يكون المثلث أصفر أو أبيض أو أحمر؟... كيف يجب أن يكون حجمه، وأين يجب أن أضعه؟...

أنا أرسم بعقلي وجسمي

أنا أبدأ الرسم عادة بأحاسيسي ومشاعري وفي ذهني موضوع ما، حتى ولو لم أكن مدركة لهذا الموضوع بشكل إرادي أو عقلاني، إنه ينبعث عفوياً من اللاوعي. فأنا أضع درجة لونية أو ضوئية غير عادية أو شكلاً، كدائرة أرجوانية مثلاً، وهذا بدوره يقودني إلى شيء آخر. وكثيراً ما أقوم في نفس اليوم بالعمل في ثلاث أو أربع لوحات مختلفة وذلك لزيادة احتمالات التفاعل المتبادل في كل منها، وتفاعل كل لوحة مع الأخرى.

في عملية الإبداع هذه، أستخدم عقلي وجسمي بشكل واع

وعفوي. إن الرسام لا يبدع، في الغالب، لأغراض جمالية فحسب أو من أجل إطلاق مشاعره الدفينة ولكنه يرسم لكي يزيح الستار عن نفسه وعن رؤياه للعالم وليكشف ـ كما أعتقد ـ عن أفكاره ومعتقداته وعواطفه. إن الرسام بوصفه كائناً بشرياً هو تواصل الجسم والعقل.

النظر بعين الفنان

الرسم هو نِتاج خيال جرى إسقاطه projected على سطح متواصل أو متقطع. وعندما أقول «سطح متواصل» فإن فكري يكون منصرفاً إلى رسوم الكهوف في لاسو Lascaux، حيث السطح يشكل جزءاً من المحيط العام. ترى حجراً، فتشرع في وضع علامات عليه. وحتى قرود الغوريلا في حديقة الحيوان تقوم بوضع علامات. لا بد وأن يكون ذلك كامناً في مادتنا الوراثية DNA منذ وقت ليس بالقصير. فقبل نحو 30000 سنة كان الرجال والنساء ـ النساء كن أيضاً رسامات كهوف ـ يعيشون ويتركون علاماتهم في الكهوف أو على سطوح الهضاب. وقد يكون الفراغ المستمر فراغاً على غرار فيلا ميستريز Mysteries في بومبيي حيث يندمج الرسم مع الغرفة. ليس هناك نقطة انطلاق للوحة، فالجدران الأربعة هي جزء من عملية إدخال شعائري initiation لا بد من المرور بها للوصول إلى الكمال. ومنذ عصر المدرسة التكعيبية، أصبح الرسم يُعنى بالفراغ. إن الفنانين العصريين يرسمون على سطح متقطع قد يكون هندسياً (مربعاً، دائرياً، مثلثاً، الخ. . .) وقد يكون ثلاثي الأبعاد.

روشينبيرغ وجاسبر جونز فنانان معاصران يبدعان أعمالاً ثلاثية الأبعاد، والأمر المحيّر هنا هو أن أعمالهما ما تزال تُعتبر رسماً لا نحتاً. من الناحية المادية المحسوسة، يُعتبر العمل ثلاثي الأبعاد، لكن العقل يتقبل الناحية الفنية فيه على أساس أنه ذو بُعْدَيْن.

إن النظر هو أكثر من تجربة بصرية، والإدراك الحسّي هو أكثر من وظيفة تتعلق بحاسة واحدة فقط. فقد كان هنري ماتيس، مثلاً، واحداً من أعظم رسامي العصر الحديث، لكنه كان يعاني من قصر بصر شديد، بل إنه لم يكن في الحقيقة يبصر جيداً. ومع ذلك فإن لوحاته مليئة بالضوء واللون وبإدراك واع للفراغ والشكل. إن الإدراك البصري يعني أكثر من مجرد النظر بالعينين. كان هنري ماتيس يرى الدنيا حوله عبر اللمس أكثر مما يراها عبر النظر. وفي لوحات مثل «زنابق الماء» (1905)، عمد كلود مونيه، وهو أحد الرسامين الانطباعيين، وأعماله سابقة لأعمال ماتيس، عمد إلى تشتيت الضوء واللون كي يُظهر أن النظر ليس منظوراً ثابتاً بل هو توليفة من تجارب بصرية لا تتسم بالجمود، وإنما بدوام التبدل. إن الرسام يرى بكامل جسمه.

الإدراك الحسّي يعني أكثر من تجربة بصرية مادية صرفة، كما أن الكيفية التي يرى بها الرسام ترتبط أيضاً بأمزجة وعواطف الفنان بوصفه فرداً، وترتبط بعلاقة الفنان بالمجتمع والطبيعة والأشياء والأفكار والمعتقدات. إن المشاعر الإيجابية

هي: النرجسية والاستبطان، introspection والحب وإيثار الغير والمشاركة. أما المشاعر السلبية فهي: الإحباط والغيظ والكراهية والنقد الاجتماعي والهجاء، وحتى المبالغة الساخرة. وهناك أيضاً الطاقة الإيجابية: الدافع الجنسي والدافع نحو السلطة والطاقة الكونية. أما الطاقة السلبية فهي: الصدام والعدوان والتحلل. وعندما أقول هذا إيجابي أو ذاك سلبي، فإنني لا أرمي إلى إصدار حكم أخلاقي، فقد يأتي عمل قوي متماسك نتيجة مشاعر سلبية مثل «كوارث الحرب» بريشة غويا، أو «غورنيكا» بريشة پيكاسو. إن انفعالات الفنان وقوته الداخلية تتفاعل مع القوى الكونية لتضع أساساً لأسلوب جديدة للرؤية يختلف عن المنظور المحدود للعالم العادي، رغم كونه أساسياً بالنسبة لهذا المنظور. إن العثور على أسلوب جديد يعني استخدام التواصل الكامل للعقل والجسم. والمشاعر قد تضلل الرسام لكنه يستطيع، عبر انفعالاته، الانعتاق من عاداته ومن القيود التي تحد انطلاقه ليكشف أعماقاً يتعذر الوصول إليها عن طريق مدرَكاته الحسية العادية.

نحو نظرية جمالية للفن

سأتكلم الآن عن تجربة أشارك فيها تلامذتي. إنني أوضح لهم أنهم عندما يفكرون بالفن فإن ذلك يشبه الإمساك بمنشفة. عليك أن تمد يدك إلى أي جزء يمكن الإمساك به من المنشفة. بوسعك البدء برسم لوحة إما بشيء هندسي، أو بشيء رياضي إلى حد ما، وبوسعك تقسيم فراغ اللوحة إلى عدة أقسام

مختلفة. كما أنك تستطيع أن تبدأ بافتراض من نوع ما يكون تجريدياً ولا وجود له إلا في ذهنك. كل هذا جميل. ويمكنك أيضاً أن تمسك مقداراً معيناً من اللون، ثم تقذف به. ستكون النتيجة عبارة عن فوضى، ولكن بوسعك أيضاً البدء بالفوضى. ما أعنيه أنه ليست هناك طريقة واحدة للبدء بالعمل أفضل أو أسوأ من أية طريقة أخرى. إبدأ العمل وحسب.

إن كل ما يسعى إليه الفنان موجود داخل ذلك الفنان. وهذا هو السبب الذي يجعلني أقول عن الفن إنه نوع من النقاش مع المجهول. ولست الفنانة الوحيدة التي تبوح بهذه المشاعر، وبشكل ما، هنالك شيء، في ما يخص الفن، قد يتجاوز كونه تجريبياً أو عقلانياً. وهنالك حالياً عبارة شائعة تقول إن فن اللاوعي هو فن حقيقي.

في كل مرة يبدأ بها الرسام رسم لوحة، حتى ولو كان قد أبدع لوحة من أجمل اللوحات، فإنه وهو الواقف أمام لوحة الرسم الفارغة يكون قد عاد إلى نقطة الصفر، صفر مطلق. فموهبة اكتشاف الأشياء (عن طريق الصدفة) تلعب دوراً مهماً في الفن. أنا أقوم بتحديد عدد العناصر التي أضعها في لوحتي، وأسعى إلى المحافظة على تركيزي، وإلى البقاء ضمن خطوط حدود معينة. ورغم أنني أحاول بشكل واع ألا أهيم على غير هدى، إلا أن اللوحة ليست موجودة، وبكل بساطة، داخل ذهن الفنان. هنالك شيء آخر يحدث على اللوحة ويؤدي إلى تحويل transform الرؤيا.

عنصر الاكتشاف «وجدتها»!...eureka

اللوحة شيء محسوس: فهي تتمتع بقدر معين من السماكة أو الشفافية. وبالرغم من استمرار التركيز ومحاولة الإبداع ضمن الأطر المحددة، إلا أن هناك كل أنواع العناصر التي لا يمكن تقديرها كمياً. والحل الأفضل لا يتأتى فقط عن طريق البقاء ضمن تلك الأطر. فحتى الرسام الذي تستحوذ عليه فكرة ما ـ أي تشغله فكرة ولا يسمح لأخرى أن تعترض سبيله ـ بإمكانه أن ينظر إلى لوحته ليدرك أن شيئاً ما غير متوقع قد حدث فجأة. بإمكان الإنسان أن يحافظ على تركيزه ويظل مع ذلك قادراً على الجمع بين العناصر بطريقة جديدة، ولكن عليك دائماً أن تتوقع حدوث ما هو غير متوقع. إن المجهول يقبع هناك مختبئاً، وعندما يظهر فإن الرسام يرتقي إلى مستوى أعلى.

وهكذا فإن الرسام يبدأ من مستوى عادي مألوف ويستخدم عدداً محدوداً من الوسائل لكي ينطلق. وعند نقطة معينة، يتشكل شيء ما ويتخذ قواماً فلا تعود اللوحة مجرد أفكار عقلانية، أو مجرد أفكار رياضية أو مجرد تركيب خلية أو بلورة أو إشارة عَرَضية إلى معرفتك الخاصة بفن الماضي أو الحاضر، أو حتى تعبيراً عن رغبتك الخاصة في إبداع هذا الشيء أو ذاك. إن شيئاً ما يبدأ في التواجد، وهو شيء مجهول.

إن كل ما هو قديم يكون مألوفاً ومريحاً. وعلينا دائماً أن نشعر بالغبطة لدى قيامنا بإبداع ما لم تقع عليه أعيننا من قبل، ولكن الحقيقة هي أن الفنان لا يشعر بالرضا. إنه لمما يبعث

على الطمأنينة أن تحمل اللوحة بعض الشبه بعمل رسام آخر، لأن الأمور تبدو عندها سهلة. قد تقول في سرك: «لا يمكن للوحتي أن تكون سيئة تماماً، إذا كانت تبدو شبيهة بعمل ـ رسام آخر ـ على أن يكون معروفاً». وإذا كان ذلك الرسام يحظى بالتقدير، ستحظى لوحتك بالإطراء. لكنك عندما ترى شيئاً جديداً لم يُشاهد من قبل، ولا حتى في لوحاتك، فإن ذلك الشيء يكون غريباً تماماً. كيف يمكن للرسام أن يجد معنى لهذا الإبداع الجديد؟. . . وكيف يستطيع رسام أو ناقد تقويمه؟. . . تلك هي المعضلة. إن عنفوان رسام ما وقوته يقاسان بقدرة الفنان على المجازفة بدخول منطقة مجهولة، تتجاوز الإدراك الواعي وتتجاوز ما هو غير موجود إلا في ذهنك، وتتجاوز ما لا يزيد عن كونه جزءاً من لوحاتك السابقة، شيء لا تستطيع التعرف إليه: أي إعادة فهمه.

الكمال في لوحة الرسم

عندما كنت طفلة، كنت كثيراً ما أسأل أمي، «ماذا يوجد خلف لوحة الرسم؟. . .» وكانت تقول لي: «هل أنت غبية؟. . . إنها اللوحة نفسها». فأقول: «ولكني أود أن أرى شيئاً هناك على الجانب الآخر، ماذا هناك؟. . .» إن تاريخ الرسم قائم على الوهم أن لوحة الرسم نفسها تمثل نقطة البدء للفنان. إن الرسم هو شيء يتعلق بالفراغ، وقد كان كل فراغ في الصور الزيتية يبدأ بسطح لوحة الرسم. لكننا بعد أن نقول ذلك، نرى أن هنالك شيئاً بالغ الغرابة في لوحة رامبرانت

«درس التشريح» الموجودة في أمستردام، إنها غامضة، تثير الخوف. كل أولئك الأشخاص المحيطون بالجثة، والجثة مفتوحة. وعلى نحو ما، فإن الجرح في الجسم هو أيضاً عبارة عن جرح في اللوحة، وبإمكان المشاهد الذهاب عبر طبقات اللوحة إلى شيء قائم وراء سطح تلك اللوحة. ولهذا، كنت أفكر بيني وبين نفسي أن شَق سطح لوحة الرسم في لوحة تقليدية، لا يؤدي دائماً إلى تدمير الوهم التصويري، وبخاصة في رائعة رامبرانت.

لقد كان هنالك على الدوام من يرى أنه في حال كون اللوحة تَمسُّ أمراً بالغ الأهمية في العرْف البشري، فإن الوهم المحيط باللوحة يتم اختراقه لينفذ هذا الوهم إلى ما وراء حدود التصوير المجرَّد ويضم إليه حقيقة أعظم. وفي اعتقادي أن هذا هو ما فعله لوسيو فونتانا عندما تحرر من ربقة الأعراف الجمالية الضيقة، التي كانت تقضي أن لوحة الرسم يجب أن تكون نقطة البدء بالنسبة للرسام.

في سنة 1949 قام فونتانا بشق لوحاته وحرقها وتمزيقها لكي يخلق بعداً جديداً للفراغ. وفي اعتقادي أن لوسيو فونتانا عندما أقدم على تقطيع أوصال لوحاته، فإنه إنما حطم تقاليد راسخة طال العهد بها وأظهر أن اللوحة ليست مجرد سطح لوحة الرسم. إن ذلك لا يعدو كونه تصوراً مسبقاً، تقليداً، بإمكاننا اليوم اختراق لوحة الرسم وتحطيم الفروق المصطنعة بين الرسم والنحت. ولدى ابتعاد فونتانا عن التفكير التقليدي،

فإنه عَلَّمنا ما هو أكثر من طريقة جديدة للرسم، لقد كشف أمامنا أسلوباً جدياً للرؤية.

> الفن ليس زخرفاً. عليه أن يكون وجودياً، إنه طريقة ليفهم الإنسان ذاته، وليكون له تأثير على الآخرين يؤدي إلى تغييرهم. إن الناس نادراً ما يتواصلون مع القوى الكونية. وذلك هو ما أحاول فعله. أنا لست معنيّة بأحدث بدعات الفن. أريد أن أحقق قدَري الخاص كفنانة وأن أنجز ما يخطر ببالي بشكل رؤية شاملة.

فرانسواز جيلو، 1993

المشاهد المتفاعل

> ولكن ما الذي يسع المرء أن يُبدعه، إذا لم يُخلَق ليكون شاعراً؟... وإذا لم يكن لك من شيء تبدعه، فعندها قد تبدع نفسك. والخيال هو قوة خلاقة حقيقية منها يتجسد المصير ذاته

أ. س. هاڤنغتون، 1993

إن كل مشاهد يتجاوب بطريقته الخاصة مع عمل فني ما. وبطبيعة الحال، فإن المشاهد يتجاوب بصورة أكثر إيجابية مع فنان متناغم مع منظوره هو. نرى، مثلاً، أن مشاهداً شديد الاهتمام بالمدركات الحسية يتجاوب بشكل إيجابي مع رسام يكون أيضاً شديد الاهتمام بالمدركات الحسية. فلوحة تصوِّر امرأة عارية مثيرة يجري فيها إبراز الجسد للرسام تيتيان، كلوحة ڤينوس أوربينو (1538) ـ التي أضحت معياراً لتقويم أسلوب التصوير الرائع لإحدى العاريات في لوحة «أوليمبيا» (1863) ـ

ستروق للمشاهدين من هذا النوع. غير أن مشاهداً متزمتاً قد يشعر أن قيمه الأثيرة تتعرض للتهديد، ومشاهد كهذا يتجاوب إيجابياً، مع صورة شبه تجريدية تسود فيها الظلال الرمادية للرسام جيمس ماكنيل ويسلر كلوحة «أم الفنان».

هنالك عدة عائلات مختلفة في عالم اللوحات، وقد أسميتها عائلات لأنني رسامة لا مؤرخة فن، ولو أنني أُمثِّل، إلى حد ما، جزءاً من تاريخ الفن. وبإمكانك أيضاً أن تقول، مثلما أقول، إن هنالك عائلات من المشاهدين. الانطباعية هي إحدى عائلات الرسم، والتجريدية الهندسية هي عائلة أخرى. توجد عائلات مختلفة كثيرة من المشاهدين بقدر ما يوجد من عائلات اللوحات. ولا يُمكن إرغام كل الناس على الإعجاب بلوحة ليوناردو «موناليزا»، كما لا يتوجَّب على كل شخص أن يسارع للإعجاب بالنسخة الدادائية Dadaist الخليعة لمارسيل دو كان L. H. O. O. Q، وتعني هذه الحروف لدى قراءتها بصوت عال: «إنها تتحرق رغبة elle a chaud au cul»، وهي نسخة عن لوحة موناليزا وقد أضيف إليها بقلم رصاص شارب كشارب المفتش بوارو ولحية. وفي اعتقادي أن من المهم جداً أن نفهم أنه لا يتحتم على كل فرد أن يعيش حالة من التقمص العاطفي مع كل عمل فني، أو حتى مع الفنانين جميعاً. إن كل عمل من أعمال الفن هو عبارة عن رسالة مودعة داخل قارورة يلقيها الرسام في البحر، ويتلقاها أفراد مُعيّنون دون غيرهم.

في القرن التاسع عشر أصبح المشاهد في غاية الكسل،

لأن أسلوب الرسم في ذلك الوقت، المتسم بالتكلف والمبالغة في الصقل، قد جرد هذا المشاهد من الحاجة لأن يكون فعّالاً. كان الكمال يلف كل شيء لدرجة تبعث على الغثيان، وتحول الناظر إلى مجرد مشاهد أُعطيَ كل الأجوبة دون بذل أي جهد من جانبه. إذاً، ما الذي يقوم به الرسام حالياً؟. . . إن الرسام، شأنه شأن كاتب القصة البوليسية، يقدم للمشاهد بعض الإيحاءات البسيطة، وفي حال كون المشاهد يتمتع بقدرٍ كاف من المهارة فإنه يستطيع استخدام خياله لفهم النتيجة. أنا سأعطيك 50٪ مما ينبغي عليَّ قوله، وعليك أنت أن تجد الباقي. لقد أصبح الأمر الآن أكثر إمتاعاً، لأن المشاهد لدى قيامه بالنظر إلى اللوحة يكون هو أيضاً قد أبدع شيئاً ما، فالفنان قد أوجد إمكانية التوصُّل إلى ما تعنيه اللوحة. إذاً، على المشاهدين أن يتمكنوا من أن يكونوا في غاية الانتباه، لأنهم إن لم يكونوا كذلك فقد يفوتهم كل ما هو مهم.

هنالك أناس يذهبون لمشاهدة الفن المعاصر وهم يعرفون سلفاً أنهم لن يحبوه. إن عقولهم مغلقة دونه. إنهم لن يعيشوا حالة من التقمص العاطفي مع اللوحات، ولن يروا فيها شيئاً. ومن الطبيعي أنهم إذا ما فكروا بتلك الطريقة قبل ذهابهم، فإنهم لن يستمتعوا بأي شيء!. . . أما إذا ذهبوا بعقل مفتوح، فقد يتولد لديهم رد فعل سلبي أو إيجابي ـ وقد تجري مناقشة رد الفعل هذا بشكل أوسع في ما بعد ـ لكن ما يدركونه يؤدي إلى شحنهم بالطاقة بصفتهم مشاهدين، وتتحول مشاركتهم إلى

إبداع. وأعتقد أن هذه النقطة بالغة الأهمية، فالرسام لا يعمل في فراغ، إن الفنان يعمل ضمن مجتمع. ويصحُّ ذلك حتى ولو لم يكن الرسام يلقى تقديراً بين أبناء عصره.

في وقتنا الحالي، وفي معرض ڤنسنت ڤان غوغ في أمستردام، يعكف فنانون شباب على ترجمة لوحات مثل «أكَلَةُ البطاطا» (1885)، إلى تراكيب ثلاثية الأبعاد، وقد تحولت أزهار عبّاد الشمس التي رسمها إلى أيقونات عصرية، كما أن لوحاته يمكن أن تباع بالملايين. لكن غوغ عندما رسم «غرفة النوم في آرل» لم يكن، بالتأكيد، يلقى أي تقدير، ومع ذلك فإن بعض النساء من آرل كن يجلسن كموديلات للوحاته، كما فعل ساعي البريد والجندي المرتدي بزّة السباهي. إن العبقرية التعبيرية لرسامين أمثال ڤان غوغ لم تكن لتصبح ممكنة لولا هذا الحد الأدنى من الإجماع ولولا تلك المشاركة البسيطة بين الآخرين وبين الفنانين الذين قاموا بتصويرهم في لوحاتهم. وعندما تكون موديلات الفنانين من بسطاء الناس فإنهم يكونون أقدر على إسباغ التقدير على الفنان، فقد يعتقد هؤلاء عندما ينظرون إلى ما رسمه الفنان أنهم ربما كانوا يبدون بذلك الشكل.

وهكذا، فإن الفن لن يتطور إلا إذا كان أولئك الأشخاص، الذين ليسوا بفنانين، متفتحي العقول إلى الحد الكافي لجعلهم يعتقدون أن الفن يحمل هدفاً، وأنه قد يجعلهم يرون ما لم يسبق لهم أن رأوه من قبل، كما أنه قد يضيف شيئاً ما إلى معرفتهم بالمجتمع، أو بالإنسان أو بالأسطورة الكبرى،

أو بأي شيء. لقد أصبح الرسم، في وقتنا هذا، أبسط، لكن دور المشاهد هو أعقد منه في أي وقت مضى.

المشاهد كمبدع مشارك

لقد أصبح الرسم فناً يُعنى بالأداء. وكل ما يقوم به الرسام، حالياً، لا يعدو أن يكون البداية. فحال انتهاء اللوحة، يمكن عندها الاستغناء عن الرسام، ما الذي يحدث بعد ذلك؟. . . قد توْدَع اللوحة في غرفة عُلْوية ردحاً من الزمن (لكنني لا أتحدث عن ذلك الآن)، أو أنها قد تُرسل إلى إحدى صالات الفن، أو إلى مكان عام أو إلى متحف حيث يذهب آخرون لاختيار تلك اللوحة دون غيرها. ثم يكتب الناس عنها ويتحدثون بشأنها، ويعيدون تحديد معانيها وفق مفاهيمهم الخاصة لتضاف آراؤهم إلى ما كان موجوداً على اللوحة في الأصل. وعندما تصل اللوحة إلى مرتبة الخلود تصبح عرضة للتحول إلى صورة مطبوعة على قميص قطني، أو لأن تصبح جزءاً من لوحة فنان آخر. وفي أيامنا هذه، أصبح الفن شيئاً يُعاد تحديد معناه وتعاد مناقشته كما أصبح يشكل جزءاً من أداء عام يتطور باستمرار.

يقول الفيلسوف هايدغر (الذي يتحدث عن الفهم البشري)، عندما ننظر إلى منحوتة من أيام الإغريق القدامى، فإن ما ننظر إليه ليس قطعة منفردة من الرخام أو عملاً منفرداً من أعمال الفن، بل إنه كل التاريخ المستمر منذ تلك اللحظة وحتى الآن، إننا ننظر إلى جميع الآراء التي نحملها عن تلك الثقافة

كما نعرفها. وهكذا، فإن المعاني التي لا يمكن تفاديها، والتي أضيفت إلى الموضوع الذي أبدعه الفنان، إنما هي مُضاعفات ومحاولات لا نهاية لها لإعادة تقويم العمل الأصلي. وقد يكون مرد ذلك (وهذا رأيي أنا لا رأي هايدغر) إلى أن العلم صار يعتمد على التفكير والتأمل بينما أصبح الفن تجريبياً لأن الفن لم يعد هو ما يكتشفه الفنان، بل أصبح نتاج إبداع الفنان والمشاهِد.

ربما كان من قبيل الوهم الاعتقاد أن بإمكان العقل البشري الوصول مباشرة إلى المزيد من الإدراك. وكما قلنا آنفاً فإن مُدرَكات فنان ما، ترتكز على ما يراه كل فنان في التطورات التي يحرزها العلماء، وعلى كامل نطاق عقل الفنان وجسده، وعلى التوليف بين ما هو عقلاني وبين ما يُدْرَك بالحدس، وعلى شكل رمزي من أشكال التواصل وهو لغة فريدة دائمة التطور، شأنها شأن سائر اللغات. إن فن الرسم ـ الذي ينطوي على تقليد يرجع إلى القرن الرابع عشر ـ هو فعالية بشرية بشكل جوهري وإلى درجة قصوى. ومع أن على الفنان أن يكون وحيداً كي يبدع، إلا أنه يجب أن يظل جزءاً من المجتمع لأنه، وقبل كل شيء، كما قال مارسيل بروست: «ليس هناك فن بدون عُصاب». فإذا كنا جميعاً نشعر بالتوازن، لماذا إذاً يتوجب علينا قضاء ساعات في ارتكاب حماقات؟... لكن الفنان يجد حلاً لكل تلك الصراعات الداخلية.

إن الفنانين، بحكم وعيهم بالتطورات التي أحرزها

العلماء، ، وبحكم وعيهم بعواطفهم يحملون إلينا منظوراً جديداً ليس بالزخرفي، وليس مجرد طلاء مذهب يزيّن المعارف المكتَسَبة، وليس مجرد شيء تافه بإمكانك الحصول عليه إذا سمح الوقت. لا!... إنه جوهري حتى الصميم لأنه يمس النواحي الأساسية للطبيعة البشرية - فيزيولوجياً ونفسياً - كما يمس أيضاً الكثير من التفرعات الاجتماعية المختلفة. إنه نوع من الوساطة بين الفرد والطبيعة والمجتمع، إن جاز التعبير، نستطيع من خلاله أن نجد رابطة ما تُغْني خيالنا وتقودنا إلى حقائق جديدة أكثر تعقيداً.



تشارلز ف. ستيڤنز

الخط في مقابل اللون:
الدماغ ولغة الفنون البصرية

لمّا كنا نتحسس الفن ونتذوقه عن طريق الدماغ، فإن تركيبة الدماغ ووظيفته يقومان بشكل طبيعي برسم حدود التجربة الجمالية.

تشارلز ستيڤنز، 1993

عندما بدأ علماء الجملة العصبية بدراسة المنظومة البصرية بواسطة تكنولوجيات عصرية - تكنولوجيات تتيح لنا رَصْد استجابات العصبونات neurons المفردة الموجودة داخل الدماغ - اكتشفوا أن الدماغ يقوم بمعالجة المعلومات المتعلقة بحواف صورة ما بشكل منفصل ومختلف تماماً عن معالجته للمعلومات المتعلقة باللون والبُنْية. إن ما يهدف إليه هذا الفصل هو شرح الكيفية التي تتمكن بواسطتها الآليات التي يستخدمها الدماغ لمعالجة الصور، كما في حال تمثيله representation لصورة ما بلغة الحواف واللون على سبيل المثال، من تحديد اللغة التصويرية للفنون البصرية. ولكي أوضح ما أعنيه بقولي هذا، سألجأ إلى وصف الأجزاء المكوِّنة للجملة العصبية، كما سأقدم

تلخيصاً للكيفية التي يجري بها تمثيل الصور المرئية داخل الدماغ ومن ثم أقوم بتحرٍّ موجز للدلالة التي ينطوي عليها ذلك للفنانين ولطريقتهم في تركيب صورهم.

إن قدراً كبيراً من الفن يتضمن تجريداً للواقع. والصور التي يُبدعها حتى أكثر الفنانين ميلاً للتصوير لا تُعتبر نسخاً حرفية عن العالم، بل تجريد يلجأ للاستفادة من صفات منتقاة للموضوع، والطرق التي يجري بواسطتها تنفيذ هذا التجريد، أو بعضها على الأقل، ليست نتاج اختيار حر، بل إن تجريدنا للواقع تقرره الطريقة التي يقوم بها دماغنا بتحويل transform العالم الذي نراه، أو تحدده أنواع التحولات التي يطبِّقها دماغنا على العالم المُدْرَك بالحواس. فالرسامون، مثلاً، كانوا مدركين على الدوام لحقيقة أن الكيفية التي نرى بها تؤثر بقوة على ما نراه.

إن أحد العناصر الأساسية للإبداع في الفن (أو في العلم) يقتضي التعامل بمهارة مع عدد من العناصر الشكلية، كالخط واللون. وبالنظر للطريقة التي يقوم الدماغ بواسطتها بمعالجة الصور البصرية، فإن الفنان ليس حراً في تحديد العناصر الشكلية التي ينبغي استخدامها، ويتم تبنّي هذا الخيار من بين طائفة من العناصر التي تُعتبر «طبيعية». وسأبدأ بعرض بعض الأمثلة المحدَّدة وذلك لشرح هذه الفكرة بشكل أوسع.

رؤية الوجوه

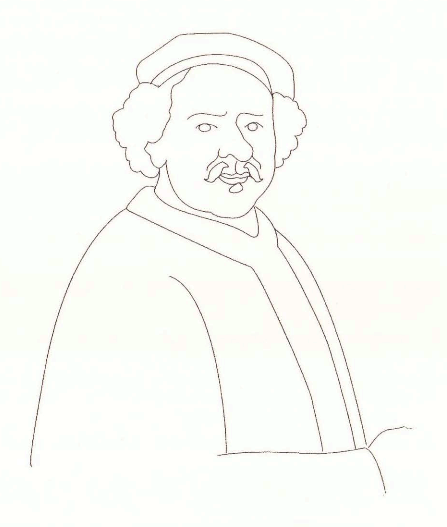
يبين الشكل 4 ـ 1 صورة رامبرانت بريشته وقد رسمها في

أواخر حياته. وإذا ما سبق لك رؤيتها، ستتعرف على رامبرانت مباشرة. أما الشكل 4 ـ 2 فيبين رسماً تخطيطياً شديد التبسيط للصورة نفسها. ورغم أن الرسم التخطيطي يكاد لا يحوي شَبَهاً حَرْفياً باللوحة، إلا أنه بإمكانك أيضاً أن تتعرف على رامبرانت مباشرة وأن تقول إن الرسم التخطيطي هو الصورة «ذاتها» الموجودة في اللوحة. إننا نقوم بالتعرف إلى الرسوم التخطيطية بسهولة كبيرة ودونما جهد يُذكر بحيث إننا لا نعي حتى مدى اختلافها عن الصورة الأصلية، ولا نقدِّر مدى الصعوبة التي يواجهها الكومبيوتر في إدراك أن صورة الفنان بريشته والرسم التخطيطي هما «الشيء ذاته». وما أود قوله هنا هو أن إدراكنا الفوري للرسوم التخطيطية يكشف منحىً جوهرياً في الطريقة التي يجري بها تمثيل الصور بواسطة الدماغ.

للتعرف إلى وجه ما، يكفينا أن يتم تجريد الوجه إلى بضعة خطوط معينة، كتلك الخطوط التي تُحدِّد العينين والفم والأنف. لكن المنظومة البصرية تستخدم أيضاً أنواعاً أخرى من طرق معالجة الصورة، ويبدو ذلك جلياً من حقيقة أن بإمكاننا التعرف على وجه موجود في صورة تخلو من أية خطوط. يبين الشكل 4 ـ 3 صورة نفَّذها ليون هارمون في السبعينيات، الصورة محدَّدة بواسطة مربعات متساوية الحجم ولا تحوي أية خطوط على الإطلاق (عدا حواف المربعات)، ورغم ذلك، فإننا ندرك مباشرة أنها صورة أبراهام لنكولن (ولو أنه يتعين عليك أن تنظر إليها بعينين نصف مغمضتين أو أن تبتعد عنها قليلاً لترى الوجه

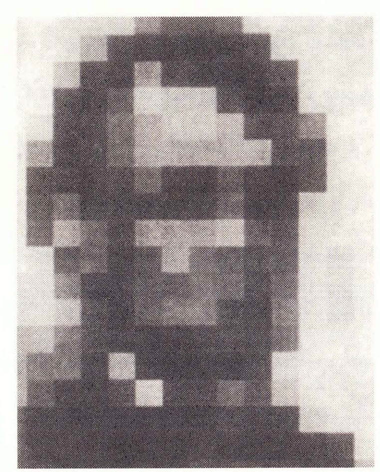


الشكل 4 ـ 1 صورة رامبرانت بريشته، (جزء مفصَّل)، 1669.
(صالة الفنون الوطنية ـ لندن).



الشكل 4 ـ 2 رسم تخطيطي لصورة رامبرانت بريشته.





الشكل 4 ـ 3 (إلى اليسار) صورة أبراهام لنكولن بعد تكبير عناصرها، تنفيذ ليون هارمون (تقدمة من ليون هارمون، حقوق النشر Scientific American)).

الشكل 4 ـ 4 (إلى اليمين) تشاك كلوز، الرقم 6 في مجموعة كيث، 1979 (دار رينولدا، متحف الفن الأمريكي، ونستون ـ سالم).

بشكل أكثر وضوحاً). وقد قام تشاك كلوز مؤخراً بتوظيف هذا النوع من التمثيل التجريدي، بشكل رائع، وأبدع صوراً يتكوَّن الوجه فيها من عناصر، صَنَعها من بصمات أصابعه، ذات درجات مختلفة من الإنارة والتعتيم (الشكل 4 ـ 4). وهنا أيضاً، نستطيع بكل مهارة التعرُّف إلى صورٍ للوجوه ذات تجريد عالٍ، لدرجة أنه لا يخطر ببالنا مدى صعوبة الأمر، بالنسبة للكومبيوتر على الأقل.

الخط في مقابل اللون: الجدال الكبير

بعد ربع قرن تقريباً من رسْم رامبرانت لصورته، في أواخر القرن السابع عشر، تأسست الأكاديمية الفرنسية. هيأ وجود الأكاديمية منبراً لجدال لم يهدأ حول تفوّق الخط في مقابل اللون (انظر فصل جيلو). وظل هذا الجدال محتدماً حتى نهاية القرن التاسع عشر وما بعده، وكان ماتيس يشير إلى هذا الجدال المستمر بعبارة «المعركة الأبدية بين الرسم واللون». وقد اعتُبرت لوحات روبنز أمثلة على أهمية اللون، بينما اعتُبرت لوحات بوسين أمثلة على تفوق استخدام الخطوط. ورغم أن هذين الفنانين كانا يناصران، بصمت، مدرستيّ التفكير المتعارضتين، إلا أنه لدى حلول القرن التاسع عشر، دخل الرسامون أنفسهم، بصخب، في الجدال الدائر. فقد كان انغريس، مثلاً، يعتقد بتفوق الخط، بينما كان دولاكروا من مناصري اللون.

أُضيفت إلى جدال الخط/اللون معانٍ أخلاقية وفلسفية عندما اتّسع نطاق الجدال ليشمل قضايا أخرى كالأفكار المتعلقة بالعقلانية واللاعقلانية، والبرودة والانفعالية وإلى ما هنالك. فقد تم ربط الخط، الذي كان يُعتبر على الدوام عنصراً يصعب الإلمام به، بالعقل بينما ارتبط اللون ـ ذو الخاصيات الغامضة المثيرة للانفعالات ـ بالمشاعر. وهكذا، صار يُنظر للخط على أنه عقلاني بارد، بينما اعتُبر اللون عاطفياً يفتقر للعقلانية.

وقد عمل الفن الحديث على إطالة أمد هذا الجدال ومَدِّه بالتفاصيل الدقيقة عن طريق اختيار هذا العنصر أو ذاك والتركيز بشكل أساسي على التعامل ببراعة مع هذا العنصر المسيطر. فنرى، مثلاً، لوحات مارك روثكو البديعة ذات المقاييس الضخمة تكاد تخلو من أي شيء عدا البقع اللونية الكبيرة. وفي اللوحات التي تعود إلى الفترة التي تلت أواخر الأربعينيات من القرن العشرين، تبدو مستطيلاته الملونة العائمة آسرة الجمال في بساطتها وأسلوب توزيع ألوانها الرائعة. ونرى أن الخطوط، في هذه اللوحات، قد تم إلغاؤها بشكل أساسي حتى إن حوافي المستطيلات تبدو ضبابية لا يمكن تمييزها. إذاً، فقد عمل روثكو ضمن مجالات اللون الصْرف وقام باستكشاف الحدود الجمالية القصوى لما يمكن تحقيقه عبر التعامل ببراعة مع هذا العنصر الشكلي الوحيد. وعلى النقيض من روثكو، برز فرانز كلاين في أواخر خمسينيات القرن العشرين بلوحاته الكبيرة التي غلبت عليها ضربات فرشاة سوداء أنيقة الخطوط على خلفية بيضاء. وقد قام كلاين، وهو المأخوذ بالرسم، بتكبير رسوم تخطيطية صغيرة إلى أن ملأتْ هذه الرسومُ اللوحةَ بصور تجريدية تمثل، بمعنى ما، حالة متطرفة من الموقف المنادي بتفوق الخط وتقوم، في الوقت نفسه، بتفريغ هذا الموقف من معناه عبر استخدام عناصر خطية تحولت لتصبح أشياء بالغة الضخامة.

ما أود قوله هنا، هو أن اختيار الفنانين للتعامل مع هذين

العنصرين الشكليّين - أي الخط واللون (إضافة إلى العناصر الأخرى، طبعاً) - لم يكن وليد الصدفة. بل على العكس، جاء الاختيار كما قررته الفيزيولوجيا physiology، أي العمليات التي تلجأ إليها أدمغتنا لتحليل الصور المعروضة أمامنا.

كيف نرى: بعض المبادئ العامة

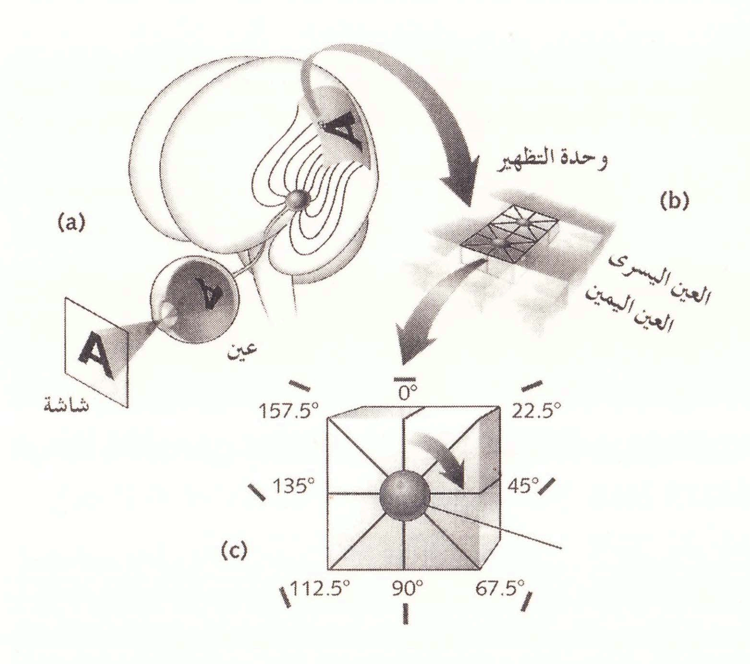
بغية توضيح الكيفية التي تقوم آليات الدماغ بواسطتها بتحديد العناصر الشكلية التي يمكن للفنانين استخدامها لتجريد الصور؛ يتعين علي وصف المراحل الأساسية التي تمر بها عملية نقل المعطيات البصرية إلى الجملة العصبية.

تكمن أهم قواعد التنظيم في الدماغ في مبدأ التمركز الوظيفي Localization of function. يُعَدُّ هذا المبدأ نظيراً معاصراً لعلم فراسة الدماغ phrenology الذي ساد في القرن التاسع عشر، ويقول إن لكل وظيفة يقوم بها الدماغ موقعها التشريحي المتميز. وبالتالي، فإن الخلايا العصبية الخاصة بمعالجة المعطيات البصرية تتجمع في نفس الموقع، كما هو حال الخلايا العصبية الخاصة بمعالجة الأصوات أو الروائح. ويضم الدماغ أجزاء بصرية وأجزاء سمعية وأخرى خاصة بالانفعالات الخ...

يوجد التمركز الوظيفي عند عدة مستويات مختلفة. ويعني هذا أن هناك أجزاء محددة في الدماغ مخصّصة لمعالجة المعطيات البصرية، ولكن ضمن هذه المناطق البصرية الكبيرة،

توجد مناطق فرعية كثيرة تقوم بأعمال محددة، وضمن هذه المناطق الفرعية، هناك مناطق فرعية أصغر منها، ولكلٍ دورها المحدد الدقيق في عملية تحليل الصورة. يجري تحليل المعطيات البصرية، في الوقت نفسه، في ما لا يقل عن ثلاثين منطقة متميزة تشريحياً داخل الدماغ. هناك مثلاً، منطقة محددة تختص بمعالجة المعطيات المتعلقة بالحركة، وأخرى تختص بالتعرف إلى الوجوه. وفي حال إصابة منطقة التعرف إلى الوجوه بتلف على كلا جانبيّ الدماغ ـ كما يحدث في كثير من حالات السكتة الدماغية أو الإصابات الأخرى ـ فإن الشخص المصاب يظل قادراً على التعرف إلى موضوع ما على أنه وجه وعلى معرفة أجزاء الوجه (أنف، فم الخ. . .)، دون أن تتكوَّن لديه أدنى فكرة عمن هو صاحب الوجه، حتى ولو كان وجهه هو.

يبين الشكل 4 ـ 5 أ مشهداً شديد التبسيط لتشريح المراحل الأولى من الجملة البصرية. عالم المرئيات مبيَّن بشكل لوحة تحمل الحرف A. يرتسم عالم المرئيات على سطح آخر خلف العين وهو الشبكية (وتبدو في الشكل 4 ـ 5 ب). ونظراً لطبيعة بصريات optics العين، فإن الحرف A ينقلب رأساً على عقب، يجري إسقاط project كل شيء في عالم المرئيات على الشبكية مثلما يجري إسقاط الصورة على الفيلم داخل آلة التصوير. وفي الشبكية، يسقط الضوء على مجموعة ثنائية البعد من الخلايا العصبية المتخصِّصة (تدعى الخلايا المستقبِلة للضوء) وهي تقوم



الشكل 4 ـ 5 مشهد تخطيطي للجملة البصرية. (أ) الحرف (A) الذي نراه في عالم المرئيات يجري إسقاطه بشكل مقلوب على شبكية العين. تصل إشارات بصرية مطابِقة إلى الدماغ عبر العصب البصري وذلك من أجل معالجة إضافية. يقوم توزُّعُ العصبونات neurons، في الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية، بإعادة كشف شكل الحرف (A) (ب) تقوم وحدات المعالجة القشرية بالفصل بين عصبونات العين اليمنى وعصبونات العين اليسرى. (ج) ترتيب بشكل دولاب للعصبونات التي تستجيب لاتجاهات الخط.

بكشف الضوء وتحليل الصورة إلى نقاط متفرقة. تقوم كل خلية من الخلايا المستقبِلة للضوء بنقل المعطيات التي تلقَّتها، بشأن شدة الضوء، إلى خلايا عصبية أخرى موجودة في الشبكية ومن ثم إلى القشرة الدماغية، عبر ألياف عصبية المحاوير axons، وذلك بشكل إشارات كهربائية. أي أن إرسال المعطيات البصرية

من الشبكية إلى القشرة الدماغية يقتضي ترميز encode الصور بشكل مكاني spatial وزمني temporal من النبضات العصبية.

تراكيب وآليات: كيف تعمل الشبكية

العين ليست مجرد آلة تصوير. أي أن الدماغ لا يتلقى صورة «فجة» من العينين، بل نسخة بالغة النقاء عن الصورة تم تحليلها إلى أجزائها المكوِّنة. وسأقدم في ما يأتي وصفاً موجزاً للمراحل الأولية في عملية تنقية filtering المعطيات البصرية التي تقوم بها الجملة العصبية. ونبدأ في فهم الموضوع اعتباراً من التركيبة الحساسة للضوء في العين، وهي الشبكية.

عندما يسقط الضوء على المستقبِلات الضوئية، تقوم أصباغ pigments خاصة بامتصاصه بحيث يجري تحليل الصورة إلى مكوِّناتها اللونية. إن الآليات الضالعة في الرؤية اللونية مفهومة تماماً في وقتنا الراهن. وهناك ثلاثة أنواع مختلفة من جزيئات الأصباغ البصرية ـ نوع لكل فئة من الخلايا المستقبِلة للضوء ـ وقد هُيئ كل نوع بحيث يمتص الضوء من لون معين ما على أفضل وجه. ونظراً للاختلافات الموجودة في التركيب الكيميائي لجزيئات الأصباغ هذه، فإن فئة من مستقبِلات الضوء تكون حساسة بشكل خاص للضوء الأحمر، وأخرى للضوء الأخضر وثالثة للضوء الأزرق. وتسمح جزيئات الأصباغ المختلفة هذه، لمستقبِلات الضوء، بتحويل الإشارات الضوئية إلى إشارات كيميائية، كمية المادة الكيميائية تُنبئ بدرجة سطوع

الضوء، ونوع الخلية التي تضم المادة الكيميائية يُنبئ بمكان وجود الضوء وبالكمية التي يحملها من لون معين ما (مقدار اللون الأحمر، مثلاً). ومن ثم، يجري تحويل هذه الإشارات الكيميائية إلى نبضات عصبية ويتم نقلها إلى عصبونات لاحقة في المسار البصري.

وبما أن مستقبِلات الضوء تشكّل مجموعة منتظمة ثنائية البعد، يجري تحليل الصورة التي تم إسقاطها على الشبكية إلى نقاط مكوِّنة (أو عناصر الصورة، pixels). ثم يجري تحليل كل نقطة إلى ألوان. وكما سبق وذكرنا، يجري امتصاص الفوتونات photons الداخلة لكل عنصر من عناصر الصورة، من قِبَل أصباغ الخلايا المستقبِلة للضوء الخاصة بكل لون على حدة (المخاريط cones): المكوِّنات الحمراء للصورة يجري امتصاصها على أفضل وجه من قِبَل المخاريط الحمراء، والمكوِّنات الخضراء من قِبَل المخاريط الخضراء، وتلك الزرقاء من قِبَل المخاريط الزرقاء. وهكذا، يجري تحليل الصورة، خلال عملية تحويلها transformation إلى إشارات كيميائية، إلى نقاط مكوِّنة، ويجري تحليل كل نقطة إلى ألوانها المكوِّنة الثلاثة. ورغم أن الصورة لا تعود سليمة، إلا أن الدماغ يحصل على معطيات تتعلق بشدة الضوء، مقسَّمة إلى إشارات بألوان ثلاثة، وذلك عند كل نقطة من نقاط الصورة. وإذا توفرت لديك إشارات الألوان الثلاثة تلك، بإمكانك إعادة تجميعها واستنتاج لون الضوء الداخل إلى العين. ومن حيث الأساس،

فإن الكيفية التي تقوم الجملة العصبية بواسطتها بتحليل وترميز ألوان صورة ما، هو مفهوم مألوف لدينا من التلفزيون الملون بنقاطه dots المتلاصقة بشكل وثيق ذات الألوان الأحمر والأخضر والأزرق.

إن تكاثف الخلايا المستقبِلة للضوء ليس متساوياً في كل الشبكية، بل يميل لأن يكون في أعلى درجاته في المركز ثم يتناقص تدريجياً باتجاه حواف الشبكية. ونظراً لهذا الترتيب، فإن أوضح درجات الرؤية لدينا توجد في منتصف الشبكية وفي مركز الصور البصرية لدينا، وتتناقص حدة الرؤية بالتدريج باتجاه حواف المجال البصري. إن حجم عصبنا البصري ـ أي حزمة الألياف العصبية التي تنقل المعطيات البصرية لتعود بها إلى الدماغ ـ يحدد كمية المعطيات التي يمكن نقلها (أي يضبط عرض النطاق band width حسب الاصطلاح العصري)، وهكذا، فإن العين تقوم بتسوية الوضع عن طريق تقديم معطيات أكثر إلى منطقة مركز مجالنا البصري وقدراً أقل بكثير من المعطيات عند منطقة المحيط الخارجي.

تشرح الآليات المذكورة كيفية تحليل الصورة البصرية إلى عدد كبير جداً من عناصر الصورة، والكيفية التي يتم بها نقل المعطيات المتعلقة بشدة الضوء واللون ـ المرَمَّزة بشكل نبضات كهربائية ـ والخاصة بكل عنصر من هذه العناصر، من العين إلى الدماغ.

الجزء البصري الرئيسي من القشرة الدماغية:
كيف تجري معالجة المعطيات البصرية؟

... في الجملة البصرية، هناك عملية تحويل معقدة للمعطيات العصبية على كافة مستويات المنظومة، إضافة لوجود تجريد يتعاظم باطراد لدى انتقال المعطيات إلى المراكز الأعلى. وهكذا، نرى أنه في حين تكمن نواحي الإدراك باللمس، حرفياً، في يد الشخص المُدْرِك، يكمن الإدراك البصري، إلى حد كبير، في القدرات التجريدية للعصبونات الموجودة في الدماغ.

كانديل، 1981

تذهب الإشارات من الشبكية، أولاً، إلى منطقة خاصة في الدماغ ـ «نواة ترحيل» relay nucleus تدعى «الجسم الرُكْبيّ الجانبي» lateral geniculate body ومن ثم تُمرَّر إلى الجزء البصري من القشرة الدماغية (انظر الشكل 4 ـ 5 أ). وطوال عملية ترحيل المعطيات البصرية، تجري المحافظة على علاقات التجاوُر بين خلايا الشبكية على طول مسار العودة إلى القشرة، بحيث تتشكل نسخة عن الصورة المرتسمة في الشبكية، بشكل نشاط نبضي عصبي، على الجزء البصري من القشرة الدماغية، ويُشار إلى ذلك بوجود الحرف A على القشرة في الشكل 4 ـ 5 أ. يقع الجزء البصري الرئيس في القشرة الدماغية في مؤخرة الدماغ، كما هو مُبيَّن في الشكل 4 ـ 5 أ، وهو يستقبل المعطيات البصرية من العين، ثم يقوم هذا الجزء البصري الأولي من القشرة الدماغية بترحيل المعطيات التي تمت معالجتها إلى بضع عشرات من المناطق البصرية الأخرى المتخصصة في القشرة الدماغية.

يجري «إسقاط» الصورة المرتسمة في الشبكية (وهي الحرف A في هذه الحالة) على الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية، كما يجري إسقاط الصورة على الشاشة، وذلك كأحد أشكال نشاط الخلية العصبية. وتعبير «إسقاط» هنا يعني أن الألياف العصبية، أو المحاوير، التي تحمل المعطيات من قمة الحرف A في الشبكية، مثلاً، يمكن تتبع مسارها تشريحياً ووظيفياً إلى الجزء المناظر من الحرف A في الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية. ويستتبع ذلك أن كل خلية عصبية في الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية ضالعة في عملية تحليل المعطيات الآتية من جزءٍ محددٍ من الشبكية، أي «المجال المتقبِّل receptive field» الخاص بالخلية القشرية.

كيف يجري، بالضبط، تمثيل الصورة البصرية على الجزء البصري من القشرة الدماغية؟ . . . تخيل قطعة من القشرة بعرض 2×2 ملم تقريباً عند السطح وبعمق 5.2 ملم تقريباً (أو بحجم 10 ملم^3 تقريباً) تُشكِّل، كما سنرى لاحقاً، وحدة المعالجة الأساسية. (ولكي تتصور حجم منطقة المعالجة المبدئية في القشرة الدماغية، تذكر أن حجم حبة الأرز يبلغ 10 ملم^3 تقريباً). تتلقى هذه الوحدة المعطيات من منطقة واحدة صغيرة من الشبكية وبالتالي، فهي تتلقاها من جزء صغير من عالم المرئيات. قد تكون منطقة قشرة مبدئية معينة، مثلاً، مسؤولة عن إحدى زوايا الحرف A، كما هو مبيَّن بالتفصيل في الشكل 4 ـ 5 أ. إن كامل الجزء البصري من القشرة الدماغية مؤلفٌ من

وحدات معالجة مبدئية من هذا النوع.

وباختصار، يجري ترميز encode الضوء الآتي من كل جزء صغير من عالم المرئيات بواسطة إشارات نبضية عصبية في الشبكية، وتُرسل كل من هذه الإشارات إلى وحدة معالجة معينة في الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية حيث يجري تحليلها كما سنرى بعد قليل.

دعونا الآن نقوم بتفحص الكيفية التي يجري بواسطتها تمثيل المعطيات البصرية في الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية. وللقيام بذلك، نحتاج لاستعراض بعض المعلومات المتعلقة بالتنظيم الخلوي للقشرة. تضم وحدة المعالجة، التي يبلغ حجمها 10 ملم^3، الخاصة بالجزء البصري من القشرة الدماغية، ما يقارب مليوني خلية عصبية. ويرتبط هذان المليونان من العصبونات ببعضها بدارات معقدة. إن نسبة لا تزيد عن 5 ـ 10٪ فقط من الإشارات ـ أي النبضات العصبية المتدفقة عبر دارات هذه الوحدة ـ تأتي مباشرة من الشبكية، أما باقي الإشارات فيجري توليدها في القشرة الدماغية ذاتها وذلك كجزء من عملية معالجة الصورة.

تتدفق المعطيات من خلية عصبية إلى أخرى عند نقطة تماس خاصة تدعى بنقطة التشابك العصبي synapse. وتضم وحدة المعالجة ذات الحجم البالغ 10 ملم^3 ما يقارب 20 بليوناً من نقاط التشابك هذه بحيث إن كل واحدة من الخلايا العصبية، الموجودة في الوحدة والبالغ عددها مليونا خلية،

تتلقى معطيات من ما يقارب 000 10خلية عصبية أخرى. يقع معظم هذه الخلايا العصبية، التي تقوم بتأمين نقاط التشابك لعصبونة ما معينة، ضمن هذه الوحدة القشرية، لكن هناك جزءاً لا يستهان به منها يقع في مناطق مجاورة وبالتالي، تكون أبعد قليلاً. إن نسبة 5 ـ 10٪ من نقاط التشابك هذه، البالغ عددها 20 بليون نقطة والموجودة داخل الوحدة، قد تقوم بإرسال المعطيات التي تصل مباشرة من الشبكية، بينما تقوم باقي نقاط التشابك بحمل معطيات تمت معالجتها لاحقاً. إن تشكيل دارات عصبية يتطلب أليافاً عصبية أو «أسلاكاً» وهناك 40 ميلاً تقريباً من «الأسلاك» داخل هذا الجزء القشري ذي الحجم البالغ 10 ملم^3.

تنظيم الجزء البصري من القشرة الدماغية

يستطيع علماء الجملة العصبية تسجيل الإشارات الكهربائية المنبعثة من كل خلية من الخلايا العصبية القشرية لدى الحيوانات الحية، حتى في حالة اليقظة، وذلك أثناء معالجة الصور في الجزء البصري من القشرة الدماغية. وإذا أجرينا التسجيل من عصبون ما في الجزء البصري من القشرة الدماغية ومن ثم سلَّطنا نقطة ضوء خفيفة على الجزء المناظر له في الشبكية، فإننا لا نكاد نلحظ أي تغيير في النشاط الكهربائي للخلية العصبية، فالعصبونات في الجزء البصري من القشرة الدماغية تتجاهل، بشكل أساسي، نقاط الضوء المنفردة، وتستجيب، بدلاً من ذلك، بشكل انتقائي لنواحٍ معينة من عالم المرئيات.

ولكي نفهم، بمزيد من الوضوح، انعدام الاستجابة هذا لنقطة الضوء، علينا أن نأخذ بالاعتبار أن كل وحدة معالجة قشرية مقسَّمة إلى ثلاثة مسارات رئيسة (انظر الشكل 4 ـ 5 ب/ ج). القسم الأول يقوم بفصل المعطيات التي تصل إلى العين اليسرى عن تلك الواصلة إلى العين اليمنى وذلك بالشكل الآتي: يجري شطر المرئيات التي تقع على كل شبكية بحيث يتجه كل ما يوجد في النصف الأيمن من المجال البصري (أي الجزء الذي يتم إسقاطه على النصف الأيسر من شبكيتي كل من العينين اليمنى واليسرى) إلى الجزء الأيسر من الدماغ، ويتجه كل ما يوجد في النصف الأيسر من المجال البصري إلى الجزء الأيمن من الدماغ. وفي هذا المكعب الصغير من القشرة الدماغية، تستجيب بعض الخلايا للإشارات الواردة من العين اليمنى فقط (أو إجمالاً)، وتستجيب خلايا أخرى للإشارات الواردة من العين اليسرى. يتم الاحتفاظ بالمعطيات، المقبلة من العينين إلى الجزء البصري من القشرة الدماغية، بشكل منفصل عن بعضها وذلك لنتمكن من الاستفادة من الفروقات الخفيفة في الصورتين لاستخلاص معطيات تتعلق بالطبيعة الثلاثية الأبعاد للعالم، وذلك من خلال الإسقاطات الثنائية البعد على كل شبكية. وتبعاً لمبدأ التمركز الوظيفي، فإن عصبونات كل من العين اليمنى والعين اليسرى تنفصل إلى شرائط stripes خاصة بالعين اليمنى وأخرى خاصة بالعين اليسرى في الجزء البصري من القشرة الدماغية، كما هو مبين في تفصيل الشكل 4 ـ 5 ب.

رؤية الخطوط في مقابل رؤية اللون

إذا شاهد حيوان ما قطعة ورق كبيرة حمراء أو خضراء اللون، فإن معظم الخلايا في وحدات المعالجة في القشرة الدماغية، التي سبق وصْفُها، تقوم بتجاهلها تماماً، فمعظم العصبونات في الجزء البصري من القشرة الدماغية مصاب بعمى الألوان. إن الدارات في الجزء البصري من القشرة الدماغية مُصمَّمة بحيث تستجيب معظم الخلايا فيها ـ أي تقوم بإصدار نبضات عصبية ـ لحافّة أو لخطٍ فقط. ولن تستجيب أية خلية معينة ما إلا إذا كان للخط موقع واتجاه في عالم المرئيات. أي أن عصبونات الجزء البصري من القشرة الدماغية تتمتع بخاصيّة «التوليف حسب الاتجاه»، ويعني ذلك أن كل خلية تستجيب بشكل انتقائي لخط أو لحافة ذات اتجاه معين (الزاوية بالنسبة للخط العمودي) في موقع معين من عالم المرئيات.

إن الخلايا مرتبة في القشرة الدماغية بحيث تستجيب العصبونات المتجاورة في القشرة الدماغية للاتجاه نفسه (وهنا أيضاً، نرى مبدأ التمركز الوظيفي)، لكن جميع الاتجاهات مُمَثَّلة ضمن كل وحدة معالجة. إن العصبونات التي تستجيب لاتجاه الخط مرتبة بشكل دولاب، وكل ذراع في الدولاب مخصصة لاتجاه بعينه. وإذا استعرضنا كامل دورة الدولاب، نجد عصبونات تستجيب بشكل انتقائي لكل اتجاهات الخط، كما هو مبين في الشكل 4 ـ 5 ج. إن هذه الدواليب تشكل المكوِّن التنظيمي الرئيس الثاني للجزء البصري من القشرة الدماغية.

ما الذي يحدث إذا للمعطيات البصرية بين الشبكية والجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية؟ . . . يجري حفظ الإشارات الواردة من العينين اليسرى واليمنى، التي لا تقدم المعطيات نفسها بدقة نظراً لتباعد العينين قليلاً، بشكل منفصل وذلك كي تتمكن المناطق الصغيرة المختلفة في القشرة الدماغية من التعامل مع معطيات العين اليمنى ومعطيات العين اليسرى على التوالي.

وإذا عدنا إلى المناقشات التي احتدمت في الأكاديمية الفرنسية بشأن الخط واللون، نرى أن بوسع فريق انغريس تقديم البراهين حالياً على تفوق الخط على اللون لأن الخط هو الأكثر طبيعية: فالرسم التخطيطي يمثِّل الصورة بالشكل الذي يمثِّلها به الدماغ. أي أن الخط «يصلح أكثر» لأنه يتصل مباشرة بالطريقة التي تقوم القشرة الدماغية بواسطتها بتمثيل الصور البصرية. ولكن إلى أين يفضي كل ذلك بالدعاة العصريين لأفكار فريق دولاكروا؟ . . . كيف يجري تمثيل اللون؟ . . . إن المعطيات المتعلقة باللون لا تضيع عندما تصل إلى الجزء البصري من القشرة الدماغية، كما قد يُفهم من الشرح السابق، وكل ما في الأمر أن معالجتها تجري بشكل منفصل في مجموعات من الخلايا، متميزة تشريحياً، تشكِّل المكوِّن الثالث من كل وحدة معالجة.

تُدعى المنطقة المبيَّنة في مركز كل دولاب، في الشكل 4 ـ 5 ج، «النقطة» blob. النقاط هي مجموعة من الخلايا العصبية تبرز لدى معالجتها بصباغ نسيجي histological خاص

وذلك لأنها تحوي كمية من أنزيم استقلابي معين أكبر مما تحويه بقية الخلايا. يبلغ قطر «نقاط» القشرة الدماغية هذه ثلث ملم تقريباً، وهنا تجري معالجة المعطيات المتعلقة باللون. تقوم الخلايا الموجودة في هذه النقاط بتقديم المعطيات التي تتعلق بالاتجاه بطريقة أقل تنظيماً مما تقوم به عصبونات الدولاب، لكنها تستجيب للألوان بقوة، رغم أن ذلك يجري بطريقة معقدة نوعاً ما. أي أنها لا تنقل الألوان ببساطة كلون أحمر أو أخضر أو أزرق، كما تفعل مستقبِلات الضوء في الشبكية، بل تستجيب عادة لعدة ألوان معاً بطريقة منظَّمة تماماً ولكنها من التعقيد بحيث لا أستطيع شرحها هنا. إن دراسة مفصلة للطريقة التي تستجيب بها هذه الخلايا للمجموعات اللونية، تتيح لنا إلقاء نظرة معمَّقة على الكيفية التي تؤثر بواسطتها الألوان المتجاورة على بعضها بشكل إدراكي محسوس، كما تمدّنا بأساس منطقي فيزيولوجي للتلاعب الشكلي بالعلاقات اللونية الذي قام به فنانون مثل ألبرز. إن الفكرة الأساسية هنا، هي أن المعطيات اللونية يجري الاحتفاظ بها في الدماغ بشكل منفصل وتجري معالجتها من قِبَل مسار منفصل.

لقد قام جوزيف ألبرز، المعروف بتلاعبه الشكلي بالعلاقات اللونية، في مجموعته المسماة: Homage to the square، بتدريس منهج شهير في التصميم عندما كان عضواً في هيئة التدريس في جامعة ييل. كان أحد التدريبات التي لجأ إليها ألبرز يهدف إلى تطوير وسيلة للتلاعب بالخطوط، فقد كان يُزيِّن

المُحتَرَف بشرائط ورقية طويلة ملتوية بأشكال معقدة ويطلب من طلابه تمثيل الشكل الورقي المعقد عن طريق رسم حواف الورق فقط بحيث يمكن إبراز الإحساس بوجود ثلاثة أبعاد للموضوع. وقد قام، عن طريق هذا التدريب، بالاستفادة من الدارات القشرية التي تكشف الحواف وبتدريب الطلاب على التلاعب بهذا العنصر الشكلي «الطبيعي». وهناك مجموعة أخرى من التدريبات كان يطلب فيها من الطلاب أن يتلاعبوا بعلاقات لونية تشمل لوناً واحداً فقط وذلك لتعليمهم سهولة التعامل مع العنصر الشكلي الكائن في منطقة «النقطة» في القشرة الدماغية. وعندما قال جوزيف ألبرز: «نحن لا نرى الألوان على حقيقتها، إنها تغيِّر بعضها بعضاً خلال عملية الإدراك»، فهو إنما كان يقوم بوصف خاصيات الخلايا الموجودة في منظومة «النقطة».

إن الأشكال والألوان تتوارد إليَّ بوضوح من خلال التجارب المتنوعة، أحياناً، قد أبدأ العمل بصورة جد واقعية، ولدى انتقالي من لوحة لأخرى للشيء ذاته، يصبح هذا الشيء مبسَّطاً حتى لا يعود سوى تجريد، ولكنني أعتقد أن هذا هو السبب الذي يدفعني للرسم. أشعر حالياً بضيق شديد، فهناك أشكال على ورق أصفر موجودة في ذهني منذ أكثر من سنة، لكنني لا أستطيع رؤية اللون الذي سأضعه عليها، لقد رسمتها مرة تلو الأخرى، لقد جاء كل ذلك من شيء سمعته مراراً حتى بت أسمعه مع هبات الهواء، لكنني لا أستطيع أن أجد له لوناً - أشكال فقط - لا معنى لكل هذا، ولكن لايهم.

جورجيا أوكيفي (1957)
في Cowart and Hamilton 1987

إن وحي أوكيفي إنما يأتي من لوحاتها التي يتم عندئذ تجريدها وذلك لتأكيد العلاقات الشكلية للأصل، تلك العلاقات التي يمكن فهمها بلغة الخط كما بلغة اللون.

الفنون ومعالجة الصور عند مستوى أعلى في القشرة الدماغية

لقد قمت، حتى الآن، بذكر قليل مما هو معروف عن معالجة الصور البصرية في المنطقة الأولى من المناطق المخصصة للبصر في القشرة الدماغية والتي يصل عددها إلى أكثر من ثلاثين منطقة. في المناطق البصرية اللاحقة، تحدث تفاعلات شاملة بين الأنواع المختلفة من المعطيات البصرية (اللون في مقابل الخط، مثلاً). في بعض مناطق الجزء البصري من القشرة الدماغية تقوم بعض العصبونات، نتيجة لهذه التفاعلات الشاملة على ما يبدو، بالاستجابة بشكل انتقائي لعناصر من الصورة ذات تعقيد ملحوظ وذات أهمية اجتماعية خاصة.

وقبل أن آتي على ذكر هذه المعالجة التي تحدث عند مستوى أعلى، سأقوم بإيجاز الأفكار الرئيسة التي أوردتُها حتى الآن بشأن أسلوب تمثيل الدماغ للصور. تقوم العينان بتحليل كل منطقة صغيرة في الصورة إلى ثلاثة ألوان مكوِّنة. ثم يجري ترميز encode شدة الضوء لكل لون من الألوان الثلاثة بشكل نبضات عصبية وإرسالها إلى تركيبة معينة تقع في وسط الدماغ،

الجسم الركبي الجانبي. ومن هناك، يتم ترحيل المعطيات إلى الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية. عند هذا المستوى الأول، يجري تحليل الصورة بشكل أوسع بثلاث طرق على الأقل:

1 ـ اتجاه الخط أو الحافة. نوع الخلايا التي تستجيب يكشف عن الاتجاه الذي يشير إليه الخط أو الحافة وموقع تلك الحافة في عالم المرئيات.

2 ـ يجري أيضاً تحليل الصورة إلى ألوان، لكن تمثيل اللون عند هذا المستوى في القشرة الدماغية يكون أكثر تعقيداً من الألوان الأساسية لمستقبِلات الضوء في الشبكية، وهي الأحمر والأخضر والأزرق.

3 ـ وفي النهاية يجري تحليل الصورة أيضاً إلى إشارات تخص العين اليمنى وأخرى تخص العين اليسرى.

ما الذي يحدث بعد ذلك؟... يتم إرسال المعطيات من الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية إلى مناطق أخرى كثيرة. تقوم كلٌ من تلك المناطق، أيضاً، بإعادة معطيات إلى الجزء البصري الرئيس من القشرة الدماغية بحيث إن عملية المعالجة الأولية تتأثر أيضاً بالمراحل اللاحقة في المنظومة. وفي تلك المناطق اللاحقة، تستمر عملية معالجة المعطيات المتعلقة بنواح مختلفة في الصورة بشكل منفصل، و لكن يجري إعلام كل مرحلة من مراحل المعالجة بنتائج الحسابات الأخرى

المتعلقة بالصورة. وبوجه عام، تنقسم المناطق البصرية العليا إلى مجريَيْن لمعالجة الصورة، يُعنى المجرى الأول بـ «ماذا»، ويُعنى الثاني بـ «أين». فاللون، مثلاً، يجري تمثيله بأوفى صورة ضمن مجرى «ماذا» بينما تُمثَّل الحركة ضمن مجرى «أين».

ولدى انتقالنا إلى مناطق أعلى من التحليل البصري، تأخذ العصبونات الموجودة في القشرة الدماغية بالاستجابة لمحرِّضات stimuli أكثر تعقيداً. ففي أحد أجزاء الدماغ المُسَمّى «القشرة الصدغية السفلية» Inferotemporal cortex، مثلاً، لا تستجيب الخلايا إلى الخط أو اللون، ولكن إلى محرِّضات معقدة كالوجوه أو إلى عناصر وجه ما، كما ذكرتُ سابقاً. وهكذا، فإن بعض الخلايا في هذه المناطق الأعلى تستجيب بشكل خاص لصور تشبه العين أو الفم، بينما تستجيب أخرى لصور معقدة متناظرة (لاحظ أهمية التناظر في الفن).

إن استخدامي للوجه في الأمثلة الأولى التي قدمتها لم يكن من قبيل الصدفة. فلو أنني لجأت لاستخدام صورة ملونة بالغة التعقيد لموضوع غير مألوف ذي أبعاد ثلاثة، لم يكن ليتم التعرُّف مباشرة على الكيفية التي تم بها تمثيل هذا الموضوع المعقد بثلاثة أو أربعة خطوط اعتباطية. لقد قمت، عوضاً عن ذلك، باستخدام صورة مألوفة لرامبرانت بريشته وتوقعت أن يتم التَعرُّف إليها فوراً. كما أن التعرُّف إلى الرسم التخطيطي لتلك اللوحة لم يكن صعباً. تتمتع الوجوه بمكانة خاصة لأنها تحمل لنا أهمية اجتماعية كبيرة. إن الفروق بين وجه فائق الجمال

وآخر شديد القبح، هي فروق ضئيلة من حيث الواقع، بضعة ميلمترات هنا وبضعة ميلمترات هناك. إن حقيقةَ أن بإمكاننا التمييز بين وجه جميل وآخر قبيح، أو التمييز بين نسخة عن لوحة شهيرة لوجه معروف وبين الأصل، تشهد بالقدرات الكبيرة لآليات المعالجة البصرية المتخصصة بموضوعات ذات أهمية اجتماعية كبيرة.

وفي الختام، أود أن أشير إلى أن الأكاديمية الفرنسية كانت فعلاً سابقة لعصرها في الجدال الذي يعود إلى مئتي سنة مضتا بشأن تفوق الخط على اللون، لأنها بذلك قد وضعت إصبعها على العناصر الشكلية التي هي تعبير عن الآليات الأساسية للدماغ. عندما ننظر إلى العالم (أو نستمع إليه، يمكن إجراء تحليل مماثل للقدرة على السمع والكلام وللموسيقى)، فإن الدماغ يستخدم عملية تحليلية تقوم بتحليل الموضوعات البالغة التعقيد إلى مكوِّنات أبسط تلائم المهمة التي نحن بصددها. وهذا هو ما فطن إليه الأكاديميون الفرنسيون. إن عِلْم الجملة العصبية الحديث يظهر لنا أن هذه العملية التحليلية تحدِّدها دارات الدماغ، وأن الدماغ يقوم بتحليل ما نراه أو نسمعه إلى مكوِّنات بيولوجية محدَّدة سلفاً يمكننا التعرف إليها.

إن آليات معالجة الصورة في الدماغ، التي تشكل الأساس للكيفية التي نرى بواسطتها، هي التي تحدد ما نراه عندما ننظر إلى عمل فني، وأعتقد أن وظائف مناطق أخرى معينة في الدماغ يمكن لها أن تُملي علينا كيفية سماعنا للموسيقى أو قراءتنا

للشعر. وبعبارة أخرى، إن لغة الفنون تكشف طبيعة عملية معالجة المعطيات في الدماغ، كما تعتمد الفنون، بدورها، على آليات الدماغ تلك في تحديد الأساليب التي يمكن بها للفن أن يقوم بتجريد العالم.

بينوا ب ماندیلبروت

الكون الكَسْري

«لا يمكن للتاريخ، بطبيعة الحال، أن يفسِّر لغزَ تلك الفعالية غير العقلانية للرياضيات.... فهذا اللغز لا يكف عن الحركة وعن تغيير طبيعته. وإلا، فكيف يمكن لمزيج قوامه المعلومات والملاحظة والبحث عن تراكيب تقنعنا حتى الصميم...... أن يقدم مرة تلو الأخرى أفكاراً من القوة بحيث إنها.... لا تتوقف عن إلهامنا بتطورات فعالة في كلٍّ من مجالَيّ الفيزياء والرياضيات؟...».

بينوا ماندیلبروت، 1983

ثقافة مُنْشَقٍّ رياضي

«إن البطل هو شخص مُتوحِّد. وهو كبعض الرسامين، قد يسمى ساذجاً أو حالماً، لكن هناك تعبيراً أفضل في اللغة الأمريكية: المنشق».

بينوا ماندیلبروت، 1983

اسمحوا لي أولاً أن ألجأ إلى أسلوب السيرة الذاتية وإلا فإن هذا البحث لن يبدو متماسكاً. تلقيتُ ثقافة تميزت بالغرابة، وهو أمر لا يحمل، عموماً، أية أهمية، إلا أنه، في ما يتعلق بي، كانت له أهمية كبيرة. فأنا، أولاً، لم ألتحق بالمدرسة

خلال مرحلة الصفين الأول والثاني، وهذا أمر مهم لأنني قضيت معظم الوقت ألعب الشطرنج وأتأمل الخرائط. كما أنني تعلمت القراءة بسرعة، لكن الأنشطة الأساسية بالنسبة لي كانت ذات طابع هندسي. الشطرنج هو شيء بصري جداً، وكذلك قراءة الخرائط.

بعد أن أنهيت مرحلة الدراسة الثانوية في منتصف الحرب العالمية الثانية، مررت بمرحلة صعبة محفوفة بالمخاطر كنت فيها أحاول التوفيق بين جسدي وروحي. لكنني قمت ببعض الأسفار بصحبة مجموعة من الكتب العلمية التي عثرت عليها في مكتبات معارفي في تول، وهي مدينة صغيرة في وسط فرنسا، حيث كنت أعيش. كان بعض تلك الكتب شديد القِدَم وبالتالي كانت تحوي رسوماً توضيحية. وهكذا، كنت أعيش في عالم كان الرسمُ التوضيحي فيه هو وسيلة التواصل، بينما اقتصر دور الكلمات على التفسير أو على تقديم البرهان. كان تقديم برهان ما دون وجود رسم توضيحي أمراً نادراً، فقد كان البرهان والصورة يقدَّمان سوية، وبالتالي، كان يُتوقع من الطالب أن يكتسب طلاقة في لغة لم يكن التعبير فيها عن الأشياء يتم بالكلمات والصِيَغ، بل بالأشكال. تلك هي اللغة التي أثنى عليها غاليليو، كما سنرى لاحقاً. أصبحتُ ماهراً بتلك اللغة، بل شديد البراعة، في واقع الأمر.

انتهت الحرب. وتقدمتُ كبقية الفرنسيين، الذين بلغوا العشرين من العمر أو قاربوا ذلك، إلى امتحانات القبول في كلٍّ

من معهدَيْ «إيكول بوليتيكنيك» و«إيكول نورمال سوبيريور». كانت تلك فحوصاً صعبة يجري فيها اختبار براعة الطالب في التعامل مع اللغة، بما في ذلك الرموز والمعادلات، وقد كانت مهاراتي في تلك المجالات متواضعة. ولكن لدى قيام المدرس بطرح أية مسألة، كان يتوارد إلى ذهني مباشرة عددٌ من الصور القوية الشديدة الوضوح من الناحيتين الحسية والبصرية. كان بإمكاني القيام باستنتاجات منطقية من تلك الصور مباشرة، دون وساطة الكلمات والمعادلات. كانت تلك هي الطريقة التي تمكنت بواسطتها من حل المسائل الأصعب في الامتحان. تضمَّنتْ إحدى تلك المسائل تكاملاً ثلاثياً Triple integra، لا يستطيع أي إنسان إيجاده عن طريق حل جبري خلال ثلاث ساعات ضمن ظروف امتحان. لم أواجه أية صعوبة في اختزال هذا التكامل لأنني تصورته في ذهني بشكل جرم كروي volume of sphere ذي إحداثيات مناسبة وإن كانت شديدة الغرابة. وهكذا بدأت حياتي كإنسان راشد وأنا أتمتع بإمكانية الحديث بلغة الرياضيات البصرية القديمة المنسية.

أخبرني عمي، ولسوء الحظ، أن الهندسة قد انتهى وقتها، وأنه ليس هناك فائدة تُرتجى من مهارتي تلك، وأن عليَّ أن أتعلم الطريقة الحديثة في التفكير لأنني، إن لم أفعل ذلك، فلن أحقق شيئاً. ومما زاد الأمور سوءاً ـ وجعل قصتي أكثر تشويقاً ـ أن عمي الأصغر هذا كان عالم رياضيات بارزاً وأستاذاً في جامعة كوليج دو فرانس، التي تضم نخبة الأكاديميين في

فرنسا. وكانت النتيجة أنني لم أتحول مباشرة إلى عالِم رياضيات. بل إنني، في الواقع، ارتكبت عملاً مخزياً: يُعتبر إيكول نورمال سوبيريور معهد النخبة الذي يتخرج فيه أساتذة الجامعات في فرنسا، تم قبولي في هذا المعهد، لكنني قررتُ، بعد يومين، أنني لا أصلح هناك وتركت المعهد. كان أمراً من الفظاعة بحيث أدى إلى شعور كثيرين بالسخط تجاهي.

لم يكن لديَّ أستاذ حقيقي، بل معلِّم خاص فقط يشرف على دراستي كان يُدعى بول ليفي (عالم مبدأ الاحتمالية probabilist الفرنسي 1886 ـ 1972). «كانت المؤسسة التقليدية متحفظة حيال ليڤي».

(مانديلبروت، 1983)، لكنه، في النهاية، حاز شهرة كبيرة وتم الاعتراف به على نطاق واسع. كنت مطَّلعاً على أعماله بشكل جيد، لكن علاقتنا ظلت رسمية. كما أنني كنت شديد الإعجاب بجون ڤون نيومان، وهو عالم رياضي بارز، اتخذني مساعداً له في أبحاث ما بعد درجة الدكتوراه. كان بالغ اللطف، لكنه كان شديد الانشغال بشؤون الديبلوماسية العليا وبفكرة الحرب المحتملة ضد الروس.

قضيت سنوات عدة قمت فيها بمختلف الأعمال وأصبحت، بمعنى ما، خبيراً بالظواهر الغريبة النادرة، وهي أمور لم يكن عمي، أستاذ الرياضيات، يهتم بها. لم أكن أعرف، أو أهتم، بالمجال الذي كنت أعمل فيه. كنت أرغب في أن أجد مكاناً، مجالاً جديداً، أستطيع فيه أن أكون أول من

يُدخل إليه الرياضيات. كانت الشكلانية formalization قد بلغت أبعاداً مبالغاً فيها، بالنسبة لي، في مجال الرياضيات الذي تحبذه «المؤسسة التقليدية»، أما في المجالات الأخرى، فلم تكن قد بدأت مسارها بعد.

ويتعين علي هنا أن أذكر ملاحظة جانبية طريفة. كان عمي عالِم رياضيات منقطعاً إليها طوال أيام الأسبوع، لكنه في أيام الآحاد كان رساماً، أما ابنه فكان عالماً فيزيائياً لكنه اشتُهر أكثر كرسام. وبالتالي، فإننا جميعاً نحمل دليلاً على وجود مواهب في مجال الرياضيات المجرَّدة وفي مجال الأشكال. لكن عمي كان ينظر إلى الفن وإلى الرياضيات كمجالين منفصلين تماماً، أما بالنسبة لي فكانا على الدوام مجالين لا يمكن التمييز بينهما.

حول اللغات الرياضية

أصبح غاليليو غاليلي (الرياضي الإيطالي، 1564 ـ 1642) أحد مؤسسي العلوم الطبيعية الحديثة وبخاصة في مجالَيّ الفيزياء والفلك. وكانت اللغة التوسكانية أول لغة نُقِلت إليها الترجمة العربية لنصوص إقليدس (عالم الرياضيات الإغريقي ومؤسس علم الهندسة، 330 ـ 270 ق. م. تقريباً). يحكي لنا صاموئيل إدجيرتون (1991)، في كتاب رائع، قصة غريبة تثير الدهشة مفادها أن التأثير الكبير المعروف لإقليدس على تفكير غاليليو قد تم عبر الرسم وفن العمارة، وهي وساطة لا يمكن لأحد أن يتوقعها. كادت الوسائل الغريبة التي ابتدعها غيوتو، الرسام والمعماري (1267 ـ 1337 تقريباً)، أن تتوصل إلى الإحاطة

بالقواعد الصحيحة للمنظور لكنها قصَّرت عن إدراك ناحية مهمة، وقام إقليدس بتقديم هذا العنصر الناقص. لقد أصبح الفصل بين الفراغ والفعل أحد السمات التي تُميِّز إحدى مراحل فن الرسم الإيطالي. نحن جميعاً نعرف بعض لوحات بداية عصر النهضة كلوحة القديس سيباستيان الشهيد بريشة پيرو ديللا فرانشيسكا (1420 ـ 1492)، ونرى فيها المنظور وقد بلغ فيها حد الكمال ونقطة التلاشي تكاد تأخذ بالألباب. الفراغ هو وعاء مجرَّد تحدُّه جدران ضخمة.

ويرى إدجيرتون، ورأيه هذا شديد الإقناع، أن هذا الأسلوب في الرسم كان مرحلة لا غنى عنها في المسار نحو العلوم الحديثة. فعلى سبيل المثال، كانت فكرة غاليليو المتعلقة بالقصور الذاتي تتطلب فصْل وجود الفراغ عما يحدث داخل الفراغ. ولم يكن هذا الفصل قد تم سابقاً. إن اقتناعي بفكرة إدجيرتون قد يكون مرده إلى أنها تنسجم مع آرائي المسبقة وليس هناك من لا يحب كل ما يؤكِّد آراءه المسبقة. لقد كنت أشعر على الدوام أن الهندسة (بالمعنى الإقليدي) والفن مرتبطان بقوة. وبالنسبة لي، تتمتع الهندسة بخاصية بالغة القوة، بصرية بالطبع، تكاد تكون حسية.

وبحسب رأي إدجيرتون، هناك سبب آخر، لا يتوقعه أحد، يفسِّر كون غاليليو هو الشخص الذي اختاره القدر، أو العناية الإلهية، أو كائناً من كان، ليصبح أول عالم في مجال العلوم الحديثة. ولم يكن ذلك محض صدفة، فقد كان غاليليو

رجلاً مثقفاً يعيش في توسكاني، وبالتالي، فقد كان هو نفسه بالضرورة رساماً. لم يكن مواطنو هولندا وفرنسا وألمانيا وإنكلترا، بكل بساطة، يعرفون كيف يُفَسِّرون لوحةً (راجع فصل پالِد في الجزء الثالث).

> إن الفلسفة مدوَّنة في هذا الكتاب العظيم ـ وأعني الكون ـ الذي يظل مفتوحاً أمام أنظارنا والذي لا يمكن فهمُه قبل أن يفهم المرء اللغة التي كُتب بها. لقد كُتِبَ بلغة الرياضيات وحروفها هي المثلثات والدوائر والأشكال الهندسية الأخرى التي لا يمكن للإنسان بدونها أن يفهم كلمة واحدة من هذا الكتاب. دون هذه الأحرف لن يكون بوسعنا سوى السير على غير هدى في كون يسوده الظلام.

غاليليو غاليلي، IL Saggiatore (1623)

وبعد غاليليو بوقت قصير، قام رينيه ديكارت (الفيلسوف الفرنسي 1596 ـ 1650) باستخدام الهندسة التحليلية لتحويل الأشكال إلى أرقام. ومما يدعو للاهتمام، أن إسحاق نيوتن (1642 ـ 1727) كتب في الفيزياء مستخدماً أساليب هندسية بالغة الدقة والتعقيد، فيها دوائر فعلية ومماسّات، وإلى ماهنالك، متراكبة فوق بعضها، ولا شك أن هذه الأشكال كانت تكتسب أهمية كبيرة لدى نيوتن. ويعتقد الفيلسوف والرياضي البريطاني، برتراند راسل (1872 ـ 1970) أن نيوتن كان، من الناحية الفعلية، يفكر بلغة حساب التفاضل والتكامل، وبالتالي، بلغة رياضية مؤلفة من حروف وإشارات ومعادلات، لا بلغة مجازية مؤلفة من أشكال كالتي استخدمها غاليليو.

وضمن تاريخ العلوم، الذي تلا نيوتن، تراجعت أهمية الأشكال والمثلثات والدوائر. فقد رغب كلٌّ من جوزيف - لويس لا غرانج، الذي نشأ في تورينو، (1736 - 1813)، وعالِم الرياضيات الفرنسي پيير سيمون لا بلاس (1748 - 1827)، رغبا في محوها من الوجود، وكانا يعتقدان أن الهندسة قد اتخذت مسارها، كما أيدا فكرة كتابة الرياضيات والعلوم بلغة شائعة كالفرنسية والإنكليزية بالإضافة، طبعا، لِلُغة المعادلات الرياضية التي تأتي ضمن السياق. وتراجعت بالتدريج فكرة استخدام الأشكال كجزء من هذه اللغة. قبل خمسة عشر سنةً، ظهر في فرنسا كتاب لتدريس الهندسة للمرحلة الثانوية خُلْواً من أي رسم توضيحي، وقال المؤلف في مقدمة الكتاب، في تبرير غياب الرسوم التوضيحية، إن الطبيعة الفنية والحسية للصور ستؤدي إلى تضليل القارئ. ولهذا، فقد رغب هو في أن يفكر الطلاب بالهندسة بشكل لغوي صرف. أي أن اللغة الرياضية للهندسة يجب أن يتم إدراكها بلغة الحروف والكلمات والمعادلات، لا بلغة الأشكال.

ما بعد الهندسة الإقليدية

من الناحية التاريخية، كانت القوة الدافعة وراء الثورة (التي أدت لظهور الهندسة الحديثة) هي اكتشاف تراكيب رياضية لا تتناسب وأشكال إقليدس ونيوتن. وقد اعتُبرت تلك التراكيب من قبل الرياضيين المعاصرين «مَرَضية».... «صالة ملأى بالوحوش».

ف. ج. دايسون، 1978

نحن نفكر عادة حسب مفهوم الفراغ الإقليدي الذي تحدده أبعاد ثلاثة، لكن مفكراً ألمانياً متقد الذكاء، وهو فيلكس هوسدورف (1868 ـ 1942) قام بخطوة جبارة تجاوز بها الأفكار الكلاسيكية. ولهذا المفكر قصة جديرة أن تروى. فقد ظل حتى الخامسة والثلاثين من عمره وهو يكرس جُلَّ جهوده للفلسفة والأدب والمسرح. وكان عليه الانتظار إلى أن بلغ الخامسة والأربعين قبل أن يتلقى عرضاً لأول منصب أكاديمي يشغله في جامعة بون (وقد جاء ذلك عقب تقديمه ثلاثة أبحاث فقط في الرياضيات). ولابد أن شخصاً ما في بون كان فعلاً بعيد النظر لأن هوسدورف أصبح في ما بعد عالماً رياضياً عظيماً بحق. ويقدِّمُ أحدُ أعماله، وهو عمل ذو أهمية متواضعة ـ بل إنه، في الواقع، يُعتبر عملاً ذا أهمية هامشية، وكثيراً ما يتم تجاهله ـ يقدِّم تعريفاً سنةً للبُعْد الذي يمكن أن يكون كَسْراً. وقد أسعدني الحظ بالاطلاع على هذا العمل.

برزت الأهمية العملية لبُعْد هوسدورف لدى قيامي بإجراء حسابات تتعلق بأسعار الأسهم وبالدَفْق الدوّامي turbulence. وقد قُدِّر لمفهوم هوسدورف الجديد المتعلق بالبعد، أن يلعب دوراً حاسماً في كلا هذين المجالين.

العلوم المالية والدَفْق الدوّامي والتماثل الذاتي

صدرت أولى منشوراتي العلمية في 30 نيسان 1951. وبمرور السنين، بدا لكثير من الناس وكأن كل بحث من أبحاثي كان يأخذ وجهة مختلفة. لكن تلك الفوضى الظاهرية كانت مضلِّلة: فقد كانت

تُخفي وحدةً راسخة للأهداف...... وبعكس كل التوقعات، تبين في ما بعد أن معظم أعمالي كانت بمثابة آلام الوضع لفرعٍ معرفيٍّ علميٍّ جديد.

بينوا مانديلبروت، 1983

بعد عدة بدايات فاشلة، كان أول مجال جعلتْني فيه إمكاناتي أحقق نجاحاً ما، هو مجال الاقتصاد. كانت المشكلة التي قمت بمعالجتها على الشكل الآتي: ظل رجال الاقتصاد، ولفترة طويلة، يعتقدون أن السبب وراء عجزهم عن فَهْم تقلبات الأسعار (تغيُّر سعر سلع كالقطن مثلاً) هو عدم توافر المعطيات بالشكل الكافي، كما أنهم كانوا يعتقدون أن بحوزتهم النظرية الصحيحة والوسائل المناسبة لتطبيق تلك النظرية. كانت النظرية ذات أساس لغوي، أما الوسائل فقد كانت رياضية، وسائل إحصائية. وكان اعتقاد رجال الاقتصاد أن ما ينقصهم هو مجرد المعطيات الكافية لا غير. ثم جاءت الكومبيوترات البدائية وتوافرت المعطيات. وهكذا، أصبح بإمكانهم أخيراً تطبيق نظرياتهم وتكنولوجياتهم، لكنهم عوضاً عن تحقيق الانتصار، واجهوا فشلاً ذريعاً.

وفي أحد الأيام (وفي ظروف طريفة يطول شرحها) أعطاني شخص، سرعان ما أصبح صديقي، كومة من بطاقات الكومبيوتر قائلاً إنه لم يستطع فهمها على الإطلاق وتحداني أن أقوم بأفضل مما قام به هو. هل تودون معرفة المجال الذي بحثت فيه عن طريقة أفضل؟ . . . كنت قد سمعت أن التفريق

بين بيان أسعار تم وضعه على أساسٍ يومي وبين آخر وُضع على أساس شهري كان أمراً بالغ الصعوبة، إلا إذا استطاع المرء قراءة العناوين. لا بد وأنكم قد رأيتم بيانات من هذا النوع، تلك الأعمدة الملتوية المنشورة في الصحف بهدف متابعة التغييرات في أسعار الأسهم خلال فترات قصيرة أو طويلة. إن الأسعار قد تُذكَر على أساس يومي أو شهري أو حتى سنوي، ولا يمكن لمعظم الناس تمييز مقاييس الأسعار أحدها عن الآخر إلا بالنظر إلى الكلمات المطبوعة بحروف دقيقة.

هناك موقفان يمكن للمرء اتخاذهما حيال ظاهرة من هذا النوع. الموقف الأسهل هو التفكير أن «هذا فضول لا معنى له». لكنني سلكت السبيل المعاكس وافترضت أن أهم ما يميِّز تلك المقاييس هي سمة إمكانية التبادل في ما بينها. ما هي الظروف وما هو نوع تغيرات الأسعار التي يمكن أن تنشأ ضمن تلك الحقيقة الخارجة عن المألوف والقائلة بإمكانية الخلط بين البيانات التي تعتمد على أسسٍ زمنية مختلفة؟... وهكذا، قمت بوضع أبسط معادلة رياضية يمكنها، في تصوّري، تفسير هذه الظاهرة. ولم تكن تلك المعادلة تضم أية افتراضات تتعلق بالناس أو بالأسواق أو بأي شيء آخر في العالم الواقعي، بل كانت مبنية، بكل بساطة، على «مبدأ الثبات» invariance أي الافتراض أن الاقتصاد، بشكل ما، هو عالم تكون فيه الأمور، عند المستوى المحدود، هي ذاتها عند المستوى الواسع في ما عدا، بالطبع، تغَيُّر المقياس بالشكل المناسب.

إن ما اكتشفتُه كان أمراً يثير الذهول. دعتني جامعة هارڤارد لأكون أستاذاً زائراً في الاقتصاد، أُلقي محاضرات في مجال لم تسبق لي دراسته!. . . ووجدت نفسي أقوم بشرح هذه الوسيلة الرياضية، وشيئاً فشيئاً، أخذ شكل من أشكال السحر الأبيض يتبدى للعيان أمامي وأمام الحضور. إن معادلتي المتعلقة بتغير الأسعار يمكن وصفها باللغوية، بمعنى أنها كُتبت بالكلمات وبالرموز الرياضية. كانت المعادلة تمثل البساطة بعينها، لكنها قَدَّمت نماذج تتسم بتعقيد بالغ كانت شبيهة بالتقلبات المالية لدرجة لا يمكن تصديقها.

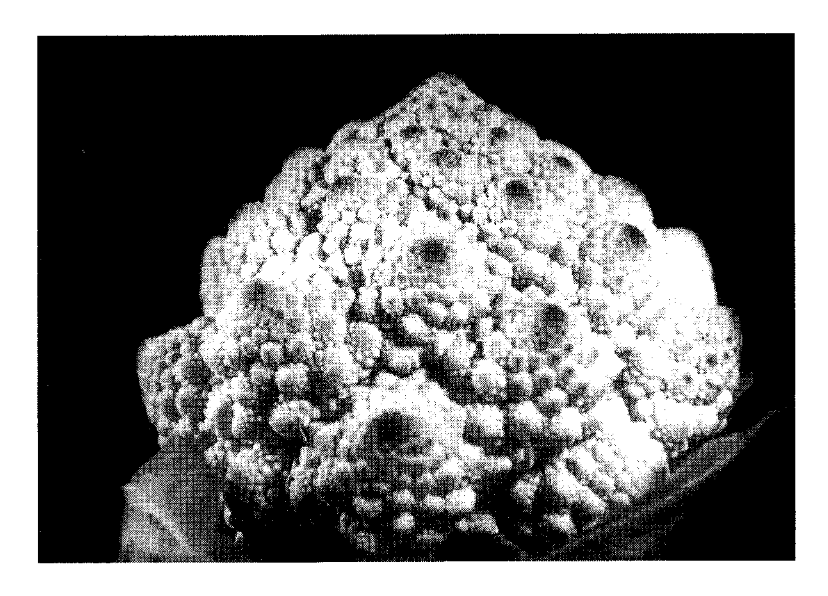
هل سبق وعانيتم محنة الاستماع إلى سمسار بورصة يحاول شرح تقلبات أسعار الأسهم عن طريق عرضٍ كافة أنواع تشكيلات الأسواق؟. . . ومع ذلك، يمكن تقديم كل تلك التعقيدات بشكل تلقائي بواسطة معادلة صغيرة بلهاء لا يتجاوز طولها سطراً واحداً، تخلو من أية معارف تتعلق بالاقتصاد أو بعلم النفس. لكن هناك أشخاص لا يعتبرون اكتشافي مأثرة تحمل أهمية أساسية بل ويجدونه مزعجاً، إنه عمل لم يتمكنوا حتى الآن من التوصل إلى تفاهم معه.

سأنتقل الآن إلى الموضوع التالي، الدَفْق الدوّامي للغازات والسوائل. عندما كنت في جامعة هارڤارد، كان هناك أستاذ زائر آخر يحاضر في موضوع الدَفْق الدوّامي، وشيئاً فشيئاً، عدت بذاكرتي إلى الوراء لأتذكر أنني كنت قد سمعت بهذا الموضوع سنة 1948، عندما كنت طالباً في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا.

تذكرت شخصاً يدعى لويس ف. ريتشاردسون (1881 ـ 1953)، وهو رجل غريب من النوع الذي كانت إنكلترا تفاخر بإنجابهم (رغم أنها كانت تعاملهم بطريقة بائسة). وفي سنة 1920 تقريباً، وضع ريتشاردسون فرضية مفادها أن الطقس أو الريح أو الدَفْق الدوّامي المحلي كانت جميعاً ظاهرة واحدة ولكن بدرجات مختلفة. وبمعنى ما، كان ريتشاردسون وبكل بساطة، يقوم بصياغة نوع من الرأي العلمي (الذي يجب التحقق منه بالطبع)، وهو حقيقةٌ كان الرسامون يعرفونها على الدوام. هناك لوحات شهيرة، تُنْسَب إلى فنان عصر النهضة ليوناردو دافنتشي (1452 ـ 1519)، وتصوِّر نوافير نرى فيها دوّامات وفوقها دوّامات أخرى. كان دافنتشي مأخوذاً بكل الظواهر الطبيعية وقد قام بنسخ تلك الدوّامات من مخطوطات كُتبت في القرن الثاني عشر. إن المهندسين ضمن مجال التطبيقات العملية كانوا يعرفون دائماً أن الدَفْق الدوّامي في نهر أو في نافورة، كبيراً كان أم صغيراً، يتألف من دوّامات فوق دوّامات أخرى، أو من شكل من الدوّامات لا يكف عن الاتساع. كان ذلك جزءاً من المعارف العامة، قام ريتشاردسون بإعطائه شكلاً رسمياً ثم قام كولموغوروف ببعض الأبحاث الإضافية الأساسية بهذا الشأن سنة 1941.

وبمعنى ما، كان ما وجدته أنا هو دفْقٌ من فكرة خفية (كان يجري إهمالُها في معظم الأحيان) مفادها أن التماثل الذاتي self - similarity أو بعض الثبات المترابط related invariance، هو أمر جوهري. والتماثل الذاتي يعني أن كل جزء من تركيبة

ما يشبه كامل التركيبة. يبين الشكل 4 ـ 6 موضوعاً ذا أهمية عادية يبدو فيه كل جزء من الأجزاء بالشكل ذاته: زهيرة القرنبيط تبدو كثمرة القرنبيط الكاملة، كما وأن كل جزء من الزهيرة يبدو بنفس الشكل. وفي هذا النوع المحدد من القرنبيط بإمكانك تقطيع الثمرة عند خمسة عشر مستوى، بدءاً باستخدام اليدين والعين المجردة وانتهاء بعدسة مكبرة وملاقط دقيقة. إن خاصيَّة التماثل الذاتي واضحة بحيث إن التعبير يفسِّر ذاته بذاته. ولكن يبدو انني كنت أول من استخدم المفهوم، ما عدا حالة



الشكل 4 ـ 6 التماثل الذاتي في القرنبيط. تقطع السكين رأس القرنبيط إلى مجموعة من ثمار القرنبيط الأصغر حجماً، ويعطي الاستمرار في التقطيع إلى قطع أصغر ثمار قرنبيط أصغر فأصغر. الأشكال الكَسْرية ليست معروفة فقط في عالم النبات، بل إن بقية العوالم الطبيعية قد عرفت هذه الأشكال منذ عهود سحيقة.

واحدة كما أخبرني بعضهم في ما بعد. فقد استخدم رالف والدو إيمرسون (1803 ـ 1882) من نيو إنغلاند، وهو شخص استثنائي كان يتمتع بموهبةِ الملاحظة الدقيقة للناس وللأحداث، استخدم الكلمة، بشكل عَرَضي، وذلك عندما وصف الأشجار أنها متماثلة ذاتياً. وفي عصر إيمرسون، وفيما بعد ذلك بوقت طويل، لم يكن التماثل الذاتي كمفهوم يُعتبر أمراً جديراً بالوصف بكلمة محددة، كما أنه لم يكن بالطبع جديراً بإجراء أبحاث حوله من قِبَل العلماء.

لم يكن ريتشاردسون أو إيمرسون هما أول من لاحظ التماثل الذاتي، بل إن المفهوم كان، من حيث الواقع، موجوداً في شعر كتبه الهجّاء الإنكليزي جوناثان سويفت:

وهكذا يلاحظ علماء الطبيعة،
أن البرغوث تغزوه براغيث أصغر منه،
وهذه تغزوها براغيث أصغر منها لتعضها،
وهكذا تمضي الأمور إلى ما لا نهاية.

جوناثان سويفت، 1773

كان سويفت، فعلياً، يكرر قولاً للفيلسوف والرياضي الألماني ليبنيتز (1646 ـ 1716)، الذي اقتبس بدوره من الفيلسوف الإغريقي الذائع الصيت، أرسطو (384 ـ 322 ق. م.). إذاً، فقد كان هناك خط طويل من الأفكار المتعلقة بالتماثل الذاتي يعود إلى عصور موغلة في القدم، ولكن ما من أحد رغب بالاستماع إلى ما أقول.

وفي أحد الأيام، شاهدت في إحدى مقالات ريتشاردسون تقريراً يتعلق بقياسات طول خط الساحل حيث كان يجري رفع نسبة الدقة بشكل تدريجي. تخيَّلْ سفينة كبيرة تبحر على مسار خط الساحل وتقيس طوله دون أن تمر بالجزر الصغيرة وأشباه الجزر. ثم تخيَّلْ سفينة أصغر تتبع مسار الساحل نفسه وتمر بكل خليج مهما صغر، إن قبطان السفينة الأصغر سيصرح أن الساحل أطول بكثير. والآن تخيَّلْ رجلاً يسير على طول خط الساحل، ثم تخيَّلْ فأراً. كلما صغر المقياس الذي ينظر المرء من خلاله إلى خط الساحل، زادت دقة التفاصيل التي يتضمنها المفهوم العام للساحل وزاد الطول الذي يجري قياسه. تخيَّلْ الآن أن هذا الساحل الواقعي هو ساحل اصطناعي بالكامل يمكن تمثيله بحسابات algorithm لا تتعدى خطاً واحد. هذا هو ما فعلتُه أنا.

إن حقيقة أن خط الساحل هو شكل معقد تعني في الوسط الإقليدي، الذي أسسه الرياضي الإغريقي وأبو الهندسة، أننا بحاجة إلى معادلة صعبة لتحديده. فبالنسبة لإقليدس، تُعتبر:

$$X2 + y2 = 1$$

مجرد معادلة بسيطة تمثل شكلاً بسيطاً وهو الدائرة. وفي سبيل الحصول على أشكال معقدة في الهندسة الإقليدية، أنت بحاجة إلى تراكيب معقدة. فمن أجل شكلٍ بدرجة تعقيد خط الساحل، تحتاج إلى تعبير جبري expression بالغ التعقيد. أنت بحاجة إلى 1024 متغيراً للوصول إلى قيمة تقريبية أولية، وإذا

كنت ترغب في نتيجة أكثر دقة، تحتاج هنا إلى عدد أكبر من المتغيرات. وبعبارة أخرى، الهندسة الإقليدية ليست ملائمة إطلاقاً لوصف الأشكال البالغة التعقيد. لكن هناك ذلك العالم الآخر: العالم الكَسْري.

عالم جديد: الأشكال الكَسْرية

إن هذا العالَم الجديد الذي كنت بصدد اكتشافه، والذي بدأ يسود الاعتراف بإمكانية تطبيقه على نطاق واسع، كان يتطلب إسماً. لذلك، قمت في سنة 1975 بصياغة مصطلح له، كَسْري fractal. كان السبب الأول وراء اختيار هذا المصطلح هو أن الوصف الرياضي لهذا العالَم كان يتضمن أبعاداً كَسْرية، fractional dimensions أما السبب الثاني فهو أن كلمة fractus اللاتينية تعني «غير منتظم ومتقطِّع». في هذا الكون الكَسْري الذي بدأ يتشكل يجري قلب القاعدة القديمة، فالمعادلات البسيطة تتولد عنها نتائج معقدة، وعندما تتغير المعادلات البسيطة، تتغير النتائج المعقدة.

الأشكال الكَسْرية هي مجموعة من الأشكال الشديدة التعقيد، وتتألف من عدد لا متناه من التراكيب ذات العناصر غير المنتظمة، شظايا fragments تشبه بعضها بعضاً عند أي مقياس. يتم تحديد الأشكال الكَسْرية بواسطة معادلات رياضية بسيطة نسبياً تضم بُعْداً كَسْرياً كمحدِّدة determinant كبرى. يمكن إرجاع الأصول الفلسفية للأبعاد الكَسْرية إلى مبدأ الاستمرارية: Principle of Continuity الخاص بليبنيتز، وهو الاعتقاد أن الطبيعة تتألف من

مجموعة من الوحدات غير القابلة للانقسام لا وجود فيها للتحولات transitions المفاجئة.. وهكذا، أصبحتْ حتى الأبعاد التي تُحدِّد الفراغ الإقليدي، عرضةً للاستكمال Interpolation. نحن نفكر عادة حسب مفهوم الفراغ الإقليدي، الذي تحدِّده أبعادٌ ثلاثة تكوْن أعداداً صحيحة integers: يحدَّد الخط ببعد واحد ويحدَّد السطح ببعدين ويحدَّد الفراغ بثلاثة أبعاد. إن مفهوم الأبعاد الكَسْرية الذي طوره هوسدورف، لا يمكن إدراكه بداهة بسهولة، ولكن يمكن تخيُّله بالشكل التالي: خط حدودي boundary line، يتزايد عدم انتظامه ويتسم بالتماثل الذاتي عند جميع المقاييس، يصبح طويلاً بشكل لا متناه ويبدأ في ملء المساحات الحرة المتبقية. وهكذا يبدأ الحد في التحول إلى ما يشبه الشريط ribbon لا إلى خط line. ويأخذ الشكل، الذي بدأ خطاً ذا بعد واحد، باكتساب خاصيّات سطحٍ ثنائي الأبعاد، ويراوح بعده ما بين 0.1 إلى 0.2 - خصائص كسريةٍ.

إن رؤية نتائج المعادلات الكسرية تتطلب حسابات سهلة لكنها مطوّلة. ومن الناحية النظرية، يمكن إجراء هذه الحسابات بواسطة الجداول اللوغاريتمية وذلك في حال توفر عدد كاف من «الأرِقّاء» للقيام بها. ورغم أن الكومبيوترات كانت شديدة البساطة في الفترة ما بين 1963 ـ 1964، إلا أنها كانت ذات نفع.

وخلال إجراء تلك الحسابات، ظهر «بُعْد هوسدورف» أو «البُعْد الكَسْري». وثبت أنه كان بالغ الأهمية، كان مفهوماً لا يقدر بثمن. وفي ما يتعلق بالدراسات المالية التي أشرت إليها سابقاً، كان يتعين علي أن أضع وصفاً ما لتقلبات سوقٍ ثانوية لأن بعض الأسهم كانت تتقلب أكثر من غيرها، بشكل لايمكن

تفاديه. ولم تكن الإجراءات المعتادة لأنشطة السوق ذات نفع في هذا المجال ولكن، وانتبهوا جيداً إلى ما أقول، كان بُعْد هوسدورف هو الوصف المناسب لتقلبات الأسواق. كما أنني لجأت لاستخدام بُعْد هوسدورف في بعض أبحاثي المتعلقة بالدَفْق الدوّامي. لقد أثبت فاعلية، ولكن ما من أحد استطاع فهْمَ كلمة مما كنت أقول، رفضٌ تام.

عندما تتعرض للتجاهل

إن الأمثلة التي ترى فيها المفاهيم والتكنولوجيات الجديدة وهي تأخذ طريقها إلى العلوم، ضمن مجالات ليس فيها سوى القليل من المنافسة، تعتبر نادرة في وقتنا الحالي، وبالتالي فهي حالات شاذة. والهندسة الكسرية هي مثال جديد على شذوذ تاريخي من هذا النوع.

بينوا مانديلبروت، 1983

وها أنا أجد نفسي مرة أخرى أواجه التجاهل وقد أُسيء فهمي، لكنني أصبحت معروفاً جداً وإنْ بطريقة غريبة بعض الشيء. قد يعود السبب إلى أنني كنت أتمتع بمنصب أستاذ زائر في جامعة هارڤارد (في قسمين مختلفين) وفي معهد ماساتشوسيتس للتكنولوجيا وفي أماكن أخرى. كنت أحاضر في اجتماعات كثيرة مهمة حول أمور كثيرة كنت قد ابتدعتها، وكان الناس يأتون للاستماع إلي. وفي نهاية المحاضرات، كنت أتلقى الإطراء من أشخاص أُكِنّ لهم إعجاباً كبيراً، بعضهم في مثل عمري وآخرون أكبر مني بكثير. بل إن بعض من كان يمكن أن

يكونوا أساتذة لي قالوا إن العمل بديع ويجب تطويره. وهكذا كنت آوي إلى فراشي كل ليلة والغبطة تغمرني، كان هناك من يهتم بالأمر، لا بد وأن أحداً ما سيقوم بتشجيع الدراسات ضمن هذا المجال، لكن أحداً لم يحرك ساكناً. كنت وحيداً تماماً، دون أي تشجيع خارج نطاق الكلمات المعسولة.

إن البحث الذي قدمه غونتر ستينت حول مرحلة ما قبل النضوج في مجال العلوم يستند إلى حد كبير إلى قصة أڤيري وماكلويد وماكارثي. فقد توصل هؤلاء الرجال إلى الاكتشاف الأساسي الذي شكل القاعدة للعمل الذي قام به واطسون وكريك في ما بعد والمتعلق بتركيب الـ د.ن.أ. DNA.

في سنة 1944، قام علماء الجرثوميات bacteriologist و. ت. أڤيري وس. م. ماكلويد وم. ماكارثي بالبرهنة إلى أن الـ د. ن. أ. هو مادة وراثية. وفي ذلك الوقت، كاد هذا الاكتشاف أن يمر دون أن يلحظه أحد، ولم يتوضح مغزاه قبل مرور عقد من الزمن. ويعتقد ستينت أن هذا يشكل مثالاً تقليدياً على الاكتشاف العلمي الذي لم يبلغ حد النضوج. ويقول بهذا الصدد: «يُعتبر الاكتشاف أنه لم يبلغ حد النضوج إذا لم يكن بالإمكان ربْط مدلولاته بالمعارف السائدة أو المقبولة بشكل عام، وذلك عن طريق سلسلة من الخطوات المنطقية البسيطة».

غونتر ستينت، 1972

إن قصة هؤلاء الأشخاص الثلاثة تحمل شبهاً كبيراً بقصتي. لا شك أن أڤيري كان يتمتع بمكانة أكثر رسوخاً من المكانة التي كنت أتمتع بها أنا، كما وأنه ما من شك أيضاً في

أن جميع الأشخاص الذين قد يجدون أنفسهم في وضع كهذا، أو أنهم فيه فعلاً أو أنهم سيجدون أنفسهم فيه في ما بعد، قد لا يصادفون حظاً كهذا. كان أڤيري منكود الحظ بمعنى أنه توفي قبل أن يتم الاعتراف بقيمة عمله، ولكن تلك لم تكن غلطة المجتمع.

كنت أشغل منصباً مريحاً في شركة IBM، وكانت الشركة في غاية السخاء لأن القائمين عليها شعروا أن المقامرة كانت رابحة إضافة إلى أن تلك المقامرة لم تكن ذات تكاليف تُذكر. لكنني كنت كلما طلبت نقوداً من مؤسسة العلوم الوطنية، عجز المسؤولون فيها عن إيجاد من يتولى التحكيم لتقويم العرض وبالتالي كانوا يعتبرونه غير جدير بأي اهتمام. ولم أكن أنا فعلياً بحاجة حقيقية إلى تلك النقود لأنني كنت أمتلك مصادر دعم أخرى، لكن وضعي بدأ يبعث على الضيق. لقد توصلتُ إلى فكرة هامة أثبتتْ جدارتَها في مجال المال في مواجهة منافسة غير عادية من قبل أشخاص دهاة يتمتعون بالبراعة، وفي مجال الدَفْق الدوّامي قمت بإسباغ معنى على أمور كانت ـ بالنسبة للآخرين ـ خلواً من أي معنى أو من أي ترابط منطقي. وقد أنجزت كل ذلك بواسطة معادلة شديدة البساطة. كيف يمكنني أن أجعل هذه المعادلة معروفة لدى الناس؟..

الصور الكَسْرية الأولى

إن علماء الرياضيات الذين أوجدوا تلك الوحوش ينظرون إليها على أنها مهمة لإثبات أن عالَم الرياضيات الصرفة يحتوي على

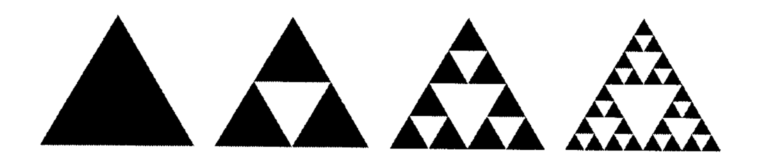
ثروة من الإمكانيات تتجاوز، إلى حد كبير، التراكيب البسيطة التي كانوا يشاهدونها في الطبيعة. لقد نمت رياضيات القرن العشرين وازدهرت في ظل الاعتقاد أنها تجاوزت تماماً القيودَ التي فرضتها الأصول الطبيعية التي كانت قد انبثقت عنها... أما الآن... فقد سخِرت الطبيعة من علماء الرياضيات.... وأصبح واضحاً أن التراكيبَ السقيمة ذاتها، التي ابتكرها علماء الرياضيات للانعتاق من الواقعية الطبيعية naturalism للقرن التاسع عشر، متأصِّلةٌ في الأشياء المألوفة المحيطة بنا.

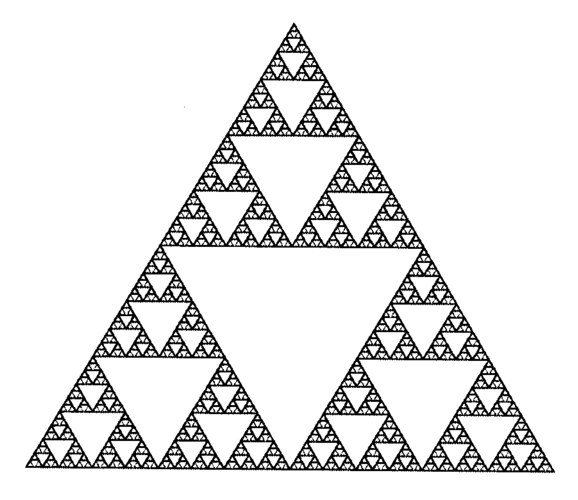
ف. ج. دايسون، 1978

كانت عملية سبر النتائج المترتبة على التماثل الذاتي تبرهن أنها مليئة بمفاجآت مذهلة، وكان ذلك يساعدني على فهم بِنْية الطبيعة.

بينوا مانديلبروت، 1983

أود الآن أن أتجاوز عدة مراحل من حياتي وأن أعرض بعض الصور الكسرية، مع إبراز تطورِ ما أصبح الآن أسلوبي الخاص في العمل. ولكي أطلعكم على مبدأ التماثل الذاتي أطلب منكم أن تنظروا إلى المثلث الموجود في الشكل 4 ـ 7، ولنأخذ الجزء الأوسط منه. بإمكانكم رؤية ثلاثة مثلثات جديدة، شكْلُ كلٍ من هذه المثلثات هو نفس الشكل الكُلّي، لكنه أصغر منه بمرتين. وبإمكانكم تكرار العملية ذاتها بكل واحدٍ من المثلثات الجديدة مرة بعد أخرى. أطلقتُ على هذه المجموعة من المثلثات اسم مثلث سيبرپينسكي Sierpinski Gasket. وهو أحد الأشكال التي كان علماء الرياضيات يتلاعبون بها، في بداية



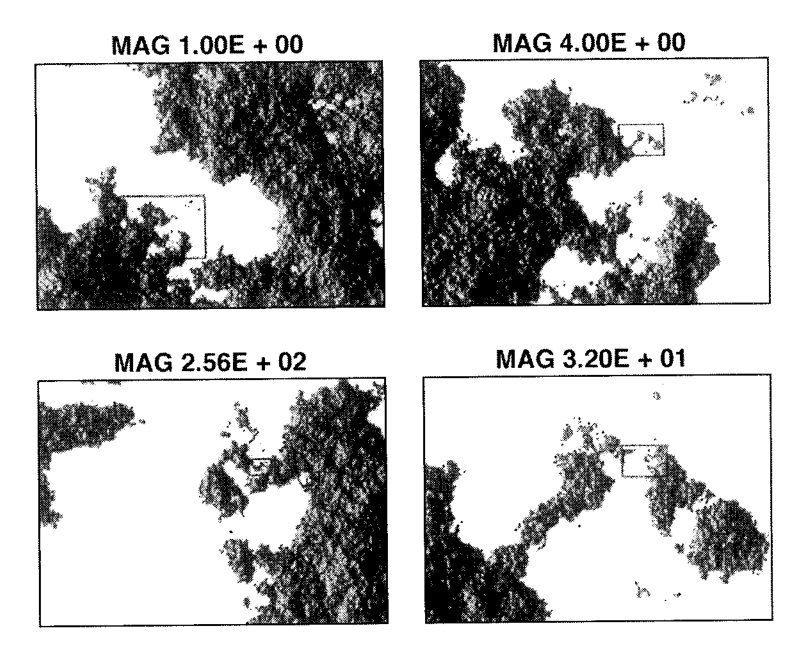


الشكل 4 ـ 7 مثلث سييرپينسكي ـ المنحنى curve الذي قطع رحلة غريبة. هذا الشكل معروف منذ القدم وقد استُخدم كشكل تصميمي جذاب، مما يُثبت أن الفنون البصرية قد عرفت الأشكال الكسرية منذ زمن طويل. وفيما بعد، وفي أوائل القرن العشرين، تدنَّت منزلته وأُطلق عليه اسم «الوحش الرياضي». وفي سنة 1975 تقريباً، غيَّرت الهندسة الكسرية من وضعه ليصبح وسيلة فيزيائية لا غنى عنها. وفي نهاية المطاف، فتح هذا الشكل الطريق إلى أمثلة فنية لا تتوقف عن التجدد.

القرن العشرين، أثناء الثورة الكبرى ضد «الرياضيات القديمة»، التي لفظت أنفاسها الأخيرة، لتحل محلها «الرياضيات الجديدة»، التي تلاشت أيضاً منذ ذلك الوقت (راجع الاقتباس المأخوذ عن دايسون). كانت المعادلة التي تصف هذا الشكل شديدة البساطة، أو أنها قد لا تكون تماماً بتلك البساطة. ولكن

لم يكن هناك الكثير مما يمكن استخلاصه منها، فلكي تأتي لك المعادلة بما يثير الاهتمام، أنت بحاجة لشيء إضافي.

يبين الشكل 4 ـ 8 مجموعة صور لمنظر طبيعي أضيف إليها ذلك العنصر الإضافي. لكي تجعل المعادلة ذات معنى،



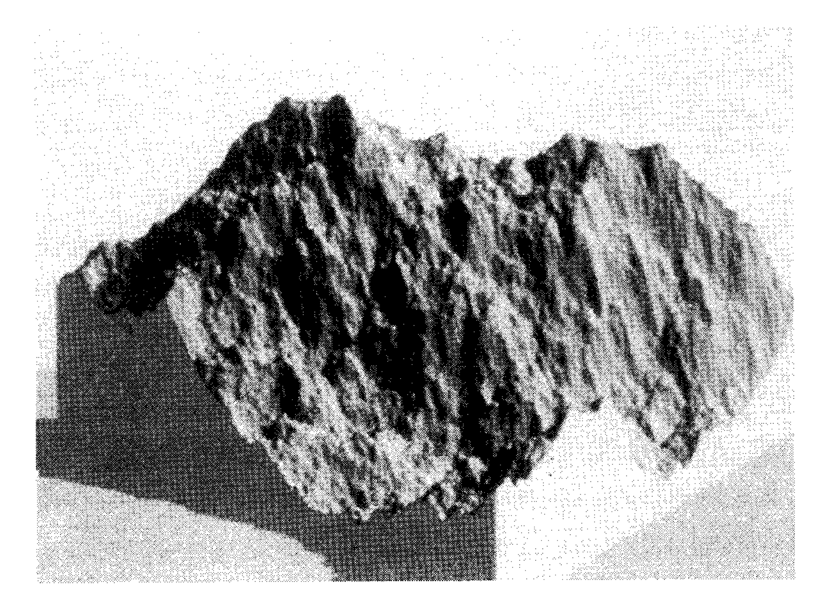
الشكل 4 ـ 8 لقطة مقربة لخط ساحل كسري اصطناعي بالكامل. حسب اتجاه عقارب الساعة اعتباراً من الصورة العلوية اليسرى، الجزء الموجود داخل المربع في إحدى الصور، مُكَبَّر إلى حجمه الحقيقي في الصورة التي تليها. وقد تكررت العملية ثلاث مرات. (التنفيذ الفني ر. ف. فوس)

عليك إضافة أحد شيئين ـ إما العشوائية randomness أو اللاخطية non-linearity أي الفوضى الحتمية deterministic

chaos. وللحصول على مناظر طبيعية كسرية، أنت بحاجة للعشوائية. لدى انتقالك من لوحة إلى اللوحة التي تليها، تبدو كل تلك المناظر الطبيعية شديدة التشابه. وهذا مثال على التماثل الذاتي الإحصائي. ويبدو كل منظر وكأنه قطعة مختلفة على خط ساحل واحد، لقد قمنا، في الواقع، بتتبُّع لقطة مقرّبة zoom تمثل القطعة المبيَّنة في اللوحة الأولى، ولكن بعد تكبيرها (ثلاث مرات على التوالي) وذلك لإظهار التفصيل وهو يزداد دقة. وهكذا نرى أن التماثل الذاتي تم تجسيده بقوة في هذه الصورة المنفذة بواسطة الكومبيوتر. إنني أستبق الأحداث في عرضي لوجهة نظري لأن المخططات البيانية للكومبيوترات والمستخدمة في هذه الصورة جاءت في وقت لاحق.

لقد تطلّب إعداد أول صورة لمنظر طبيعي، جرى تنفيذها استناداً للمعادلة الكسرية التي وصفتُها، جهداً ممزوجاً بالعرق والدموع، فقد رفضتْ مجلة Science مرتين نشر البحث، كما رفضتْه مجلة Nature مرتين أيضاً. وفي النهاية، تمكَّن صديق لي من الحصول على الموافقة لنشر البحث في مجلة Proceedings of the National Academy of Science، وهي رغم كونها مجلة رائعة في مجال علوم الأحياء، لكنها لا تلقى رواجاً كبيراً ضمن مجالات أخرى. ومع أنني أنتمي حالياً للأكاديمية، إلا أنني نادراً ما أقلب صفحات هذه المجلة.

يبيِّن الشكل 4 ـ 9 منظراً أحدث وأفضل للتركيب نفسه. وقد تم التوصل إليه عن طريق تكديس أهرامات صغيرة، بعضها



الشكل 4 ـ 9 منظر طبيعي كسري خيالي. وهو ليس بصورة ولا بلوحة. جرى إعداد هذا التصميم كوسيلة لعرض البلاغة التصويرية ولا شك في أنه يساعد على فهم وتقبُّل الهندسة الكسرية. كما أنه يلبي احتياجات وأهواء علم الجيوفيزياء والفنون. (التنفيذ الفني ر. ف. فوس).

فوق بعض، بصورة عشوائية. إذا أنت استخدمت قواعد مناسبة للتكديس، فإنك تحصل على تلك التراكيب. ويعتبر هذا أبسط نموذج ممكن لمنظر طبيعي. إن هذه التراكيب المضحكة التي تم تكديسها بشكل عشوائي، والتي لا تمت للواقع بصلة، تقدم لنا صورة واقعية، لدرجة تثير الدهشة، لمنظر طبيعي. وهنا يبرز السؤال التالي، هل تَمُدُّنا هذه الصورة بأفكار معمقة جديدة تتجاوز مجال الرياضيات؟..

التحق ريتشارد ف. فوس بشركة IBM بعد أسابيع من

قيامنا بتنفيذ الصور الأولى البدائية للمنظر الطبيعي. وقد أصبح، بالنسبة لي، صديقاً حميماً وزميلاً لسنوات كثيرة. وتمثل اللوحة رقم 14، كاللقطة المقرَّبة في الشكل 4 ـ 8، ترجمةً للفكرة ذاتها كما نفذها ديك فوس. إنها تبدو كمنظر طبيعي لكنها ليست بلوحة وليست بصورة، إنها لا تكشف شيئاً عن شكل الأرض، ما تنطوي عليه هو فكرة التماثل الذاتي، أو بتعبير أكثر دقة، الائتلاف الذاتي self - affinity (وهو مفهوم يرتبط بفكرة التماثل الذاتي بعلاقة وثيقة، ولكنني لن أتعرض الآن لتفاصيله). الألوان الموجودة هي ألوان المناظر الطبيعية الواقعية ولا تشكل جزءاً من المعادلة الكسرية. واجهتنا الاعتراضات على أن تلك الألوان البديعة كانت مزيفة بشكل لا يمكن تجاهله، لذا قمنا بتعديل المنظر الطبيعي ذاته أن حذفنا الألوان. وقد وصف الجميع النتيجة أنها منظر طبيعي لجبل في فصل الشتاء. وأكرر مرة أخرى أن الصورة هي نتاج لمعادلة من سطر واحد. تقول المعادلة الكسرية إن الشيء يتسم بالتماثل الذاتي وأنه مستمر. هناك بعض المعايير الإضافية الأخرى، لكن المعادلة بحد ذاتها، تُعتبر بدائية جداً. . .جداً.

أما بلغة التطور العلمي، فإن الطريقة التي نُفِّذَت بها تلك الصور تتضمن خطوة استثنائية في مسار التطور. يجري تنفيذ المرحلة الأولى من مراحل اختبار النظرية بلغة الأشكال، التي كتبت بها النظرية، لا بلغة الرموز. وبعبارة أخرى، لو أعطيتُك المعادلة التي نشأتْ عنها الصور، وإذا أردتَ أن تقارن تلك

الصور بجبال حقيقية، فإن الأمر يتطلب اختبارها بشأن متغيرين parameters أو ثلاثة متغيرات. وقد كان ذلك، عادة، هو الهدف الأوحد للعلم «المادي الواقعي». ولا يزال، في معظم الحالات، هو الهدف الرئيسي وسيظل أحد الأهداف. وأؤكد هنا أنك ستقوم، في كل حالة، بمقارنة متغيرين أو ثلاثة متغيرات فقط. في الأشكال الكسرية يحدث شيء رائع!.. فأنت تجد أن الشروط المطلوبة لمتغيرات أخرى كثيرة، وقد تحققت.

ورغم ذلك، لا تتضمن المعادلة أية دلالة فيها إشارة إلى نسخة مطابقة عن التطور الحاصل في التشكُّلات التكتونية Tectonic، فالأشكال الكسرية لا علاقة لها بدراسة القشرة الأرضية أو بدراسة القوى التي تُحدِث التغيرات في هذه القشرة. وفي الوقت نفسه الذي كانت تقوم فيه معادلتي، ذات السمة الظاهراتية phenomenological المُتعَمَّدة (بل والتعسفية)، بتوليد صور الجبال، كان شخص آخر قد قام بتطوير نموذج بالغ الدقة لبنية القشرة الأرضية، وكان هذا الرجل يشعر بالاحتقار تجاه الصور التي قمتُ بتنفيذها، وقد قال مرة:

«يا لهذا الرجل الذي لا يعرف شيئاً عن الجبال ولا تحوي معادلتُه معرفةً من أي نوع بالأرض. ما الذي يمكن أن تعنيه هذه المعادلة؟.. لديَّ معادلة أفضل منها بكثير تأخذ باعتبارها كل المعارف المتوفرة حول الجبال».

وكان جوابي: «ما رأيك في تنفيذ صورة على أساسها؟..»

وأجاب: «ومن يحتاج لصورة، لقد طابقتُ المتغيرات الخمسة عشر للمعادلة على الطبيعة وتحققتْ القياسات الخمسة عشر جميعها».

وألححت عليه قائلاً: «نفذ الصورة رجاء».

نفَّذَ الصورة، ولم يكن الشكل فيها يشبه الجبل في شيء، كان شكلاً من نوع ما ظهر بشكل عَرَضي خلال جهوده الرامية لمحاكاة الجبال. وسقط ذلك الشكل في مهاوي النسيان.

لم تكن اللحظة التي نفذنا فيها أول صور للمناظر الطبيعية لحظة إلهام رئيسية من نوع «وجدتها»، ولم يدفعني أي كشف دراماتيكي للقول «لقد وجدت مفتاح الكون». بل جاء تطبيق المبدأ الكسري على الطبيعة بشكل تطور تدريجي بطيء، فأنا لم أدرك مباشرة المغزى الكلي لصور المناظر الطبيعية، ولم أفهم تأثيره الكامل إلا في ما بعد.

معادلة بسيطة: تنوع لا نهائي في الأشكال

أثناء سير العمل برزت سمة أخرى مثيرة للاهتمام. إن فكرة الوعورة roughness والسخونة لا بد وأنها قديمة قِدَم البشرية ذاتها. لقد تم قياس درجة الحرارة من قِبَل غاليليو، وأُعطيت السخونة شكلاً كاملاً منذ قرون، وذلك في نظرية الحرارة (أي الديناميكيات الحرارية thermodynamics) .لكن مفهوم الوعورة ظل عصياً على الأفهام. حاول الناس إدراك جوهر الوعورة بواسطة كل أنواع الكلمات والمعادلات، لكنهم

أخفقوا. غير أننا نستطيع، عن طريق استخدام الأشكال الكسرية، تنفيذ صور بواسطة الكومبيوتر تشبه بعضها من كل النواحي عدا ناحية الوعورة. يمكن التحكم بالوعورة بواسطة رقم في البرنامج وهذا الرقم هو البعد الكسري. وجدتها!...

في صورة «شروق كوكب كسري» (اللوحة 15) تم تنفيذ كل جزء عن طريق استخدام معادلة واحدة بسيطة، ثم جرى جمع الجزءين إلى بعضهما. ويقدم لنا ذلك مفهوماً جديداً للإبداع. لقد جاءت المعادلة نتيجة الرغبة الواقعية العملية في وصف بعض خصائص موضوع ما أو مطابقة هذه الخصائص. وانطلاقاً من هذه الفكرة، أبحث دائماً عن أبسط معادلة تكون ملائمة. فمن بين معادلتين تتمتعان بالقيمة نفسها أو بدرجة الملاءمة نفسها، مع اختلاف في درجة التعقيد، أختار دائماً المعادلة الأبسط. وهكذا، كان لدي هذه المعادلة البسيطة، أما الأشكال التي تولدت عنها فقد كانت أشكالاً خارقة.

بإمكاني أن أعرض عليكم بعض الأشكال فقط، هناك إمكانيات لانهائية. ويتولد التنوع عن طريق الإبقاء على خطوات الحل الحسابي algorithm وعلى البرنامج وتغيير «البذرة» (أي العدد الذي نُدْخله في برنامج الكومبيوتر لحفز العشوائية). إن عدد البذور المختلفة، بالنسبة لأي كومبيوتر، هو عدد محدود. ولدى استخدامنا 50000000 بذرة ممكنة، فإن البرنامج يعادل عندها كتاباً افتراضياً يبلغ عدد صفحاته 50000000 صفحة، تُظهر كل منها المنظر الطبيعي الذي نحصل عليه عندما نعتبر أن رقم

الصفحة هو البذرة. إن التنوع الهائل في الأشكال، الذي تسمح به هذه المعادلة البسيطة الصغيرة، كان فوق ما توقعته أنا أو توقعه غيري. لا أدري كيف أصف هذه الظاهرة. هل هو إبداع الرياضيات أم إبداع معادلة؟.. كيف يمكن لمعادلة رياضية من سطر واحد أن تُولِّد أشكالاً بهذا القدر من التعقيد والتنوع الواسع؟.. هذه ظاهرة تنتظر البحث والدراسة.

المخططات البيانية للكومبيوترات: لا تُصَدِّقْ إلا ما تراه العين

هناك رغبة لا تقاوم لدى جميع الناس، بمن فيهم أنا، في التبرع بتقديم ما ينقص من معلومات وفي تفسير سبب قيام شخص ما، دون غيره، بإنجاز تطور معين. إن أحد التفسيرات الممكنة هو أنني كنت أعمل في شركة IBM. وكما سبق أن قلت، كانت الشركة في ذلك الوقت تتصف بالسخاء الشديد، بل إنها كانت، في الواقع، المكان الوحيد، وبالتالي الأفضل، الذي أتمكن فيه من إنجاز عملي. لكن الشركة لم تكن تثق بالمخططات البيانية للكومبيوترات، ولم تكن تولي أهمية للحسابات العلمية في بعض مجالات الرياضيات والعلوم التي كانت تدعمها. لم تكن شركة IBM تتوقع مني أن أكسب أية نقود، ولهذا، كانت الكومبيوترات المتوفرة لدينا بطيئة وكان تنفيذ مخططات بيانية بواسطة الكومبيوتر أمراً شبه مستحيل (كان ذلك في لوس آلاموس). وكان علينا تنفيذ المخططات الأولى بعد إجراء تعديلات عجيبة على الكومبيوتر.

ورغم أن الصور الأولى التي قمنا بتنفيذها كانت تتسم

بالبدائية في أول الأمر، إلا أنها أصبحت تمثل بالنسبة لنا وسيلة الخلاص، وربما أمكن القول إنها كانت نوعاً من البلاغة. وأود التأكيد على هذه النقطة نظراً لأنني كنت أميّز سابقاً ما بين لغة تعتمد الحروف والرموز الرياضية وبين لغة تتضمن الأشكال أيضاً. في ما يخص الحالة الراهنة، تم وضع اللغة الثانية «المجازية» لأغراض بلاغية: فلم يكن بإمكان أحد فهم معادلاتي التجريدية. ومن الناحية الفعلية، كان أولئك القلائل الذين تمكنوا من فهم المعادلات قد أقنعوا أنفسهم، بطريقة ما، أن معادلاتي لا يمكن أن يكون لها أية علاقة محددة بالواقع وأنني، بالتالي، كنت مخطئاً تماماً في تفكيري. أما أولئك الذين كانوا مُطَّلعين على واقع الأمور فلم يستطيعوا أن يتخيلوا أن بإمكان معادلة بسيطة إلى درجة البلاهة أن تشمل ذلك القدر، الذي أدّعيه أنا، من الحقيقة. كنت أعي تلك الانتقادات تماماً، وكان الكل يذكِّرني أن فكرة التماثل الذاتي كانت، من حيث الواقع، خاطئة.

لم يكف هؤلاء عن تذكيري بالرأي القديم القائل إن الذرة كانت تشبه الشمس والكواكب المحيطة بها، وإن الإلكترونات كانت تدور حول البروتونات، وهي صورة كانت تَظهَر بشكل بدائي في الأبحاث الأولى لنيلز بور، عالم الفيزياء النووية الدانمركي الذي توفي سنة 1962. لا شك أن الواقع يختلف كثيراً عن هذه الصورة. وهكذا، استمر الجميع بالقول إن الأفكار العلمية السليمة الجديدة يجب أن تكون مجرَّدة، وأنه لا

وجود للصور في علم ميكانيكا الكم quantum mechanics لأنه لا مجال لوجود صور فيه. لم يكن الوضع يتصف بقدر كبير من الوضوح، وعندما قابلت، في ما بعد، عالم الفيزياء النووية ر. ب. فينمان (1918 ـ 1988)، كانت التحية التي قابلني بها هي أنه كان يرى في شخصي عالِم الهندسة، فقد كان هو أيضاً يعجز عن فهم معادلة ما إلا إذا رافقتْها الصورة المناسبة لها. لم أكن، على الأقل، متفرداً في مشاعري بشأن اللغة العلمية.

دعوني الآن أنتقل إلى سلسلة من الصور الأحدث زمنياً، لأوضح الفرق بين العصر الملحمي والعصر الكلاسيكي والعصر الرومانسي. في العصر الملحمي، كانت وسائل إعداد المخططات البيانية للكومبيوترات في وضع مزرٍ. وقد تم إعداد الصورة الأولى للجبال (الشكل 4 ـ 9) على كاشف ذبذبة oscilloscope مخبري ومن ثم تصويرها. لقد واصلنا العمل ليلاً ونهاراً لجعل المعادلة تظهر على الشاشة، ولم تكن الوسائل الضرورية متوفرة في شركة IBM، وجدنا معدات مستهلَكة قمنا بتعديلها لتناسب احتياجاتنا (فلم تكن المعدات التي نحتاج إليها مما يمكن شراؤه جاهزاً من المتاجر). شكَّلت الصور التي نفذها ريتشارد فوس المدخل إلى العصر الكلاسيكي. وفي ذلك الوقت (أي خلال الفترة 1981 ـ 1982 تقريباً، عندما كنت على وشك الانتهاء من «الهندسة الكسرية في الطبيعة»)، أصبحت منظومة إعداد المخططات البيانية للكومبيوترات جاهزة تقريباً للعمل. استغرق إعداد الصور بضعة أيام فقط. لم تكن

البرمجيات اللازمة موجودة بعد، وكان علينا تطوير كل شيء من لا شيء. لقد كان العمل، من عدة نواح، لا يزال في العصر الملحمي، ولكن كان باستطاعة المرء أن يعبِّر عن مضمون المعادلة دون أن يحلم بإضافة أي تعبير جبري من عنده.

إن ريتشارد فوس رجل يتمتع بثقافة عالية وبذوق رفيع، وهو مبرمج من الطراز الأول. كنت أنا أقترح المعادلات الأساسية، وكان هو يقوم بإيجاد أفضل الطرق للعمل على الكومبيوتر. لقد أُعجب الجميع بجمال الصور التي نفذناها، لكننا كنا شديدي العناد، كان المقصود من جمال الصور هو تعزيز بلاغة الكلمات أو المعادلات. ولهذا اتفقنا على ألا نزج بمشاعرنا المتعلقة بالذوق أو بالجمال، وأن نقوم فقط بإظهار المعادلة.

كان هذا الأسلوب ناجحاً لأنه أقنع الجميع أنه لم يكن هناك في الصور سوى القليل مما لا يوجد أصلاً في المعادلات، عدا الألوان الاصطناعية. وقد خطا أحد زملائي، وهو طالب يسعى للحصول على درجة الدكتوراه من جامعة ييل، خطوة أكبر باتجاه العصر الرومانسي. ففي تلك المرحلة أصبح بالإمكان تنفيذ الأمور بطريقة أكثر حرية واسترخاء لأنه قد تمت البرهنة على ما يمكن التوصل إليه عن طريق صور تُركِّز بدقة صارمة على اللون والشكل الهندسي مينيمال minimal. لننظر إلى هذه الصورة التي نفذها كين ماسغريف (اللوحة 16). إنها تُظهر شكلاً قديم الطراز للرياضيات الصِرْفة. وهي صورة

مُرَكبة: فقد تم وضعُ كلٍ من المحيط والجبل والإضاءة في مكانه مع ظلاله وجرى حساب كل شيء. إن مبدأ «التصوير الفني» يقوم على أن المرء لا يقوم بتنظيف زاوية ليخلق تأثيراً أجمل، إذا لم يحُزْ شيء ما على رضاك، أعد الكرّة. وهنا، يصبح الأمر أشبه بفن التصوير المتميِّز من حيث النوعية. فالمصور المشهور ي. كارسن لم يكن يُنَمِّق أياً من صوره على الإطلاق، بل كان يقوم، عوضاً عن ذلك، بإعادة ترتيب الإضاءة ومن ثم يبدأ من جديد.

الصور الكسرية ـ هل هي «نوع جديد من الفن»؟..

... إننا نتعامل مع شكل جديد من موضوع قديم مثير للجدل وهو أن كل أنواع التمثيل البلاغي للمفاهيم الرياضية تُعتبر شكلاً من أشكال الفن، شكلاً يتبدى بأفضل حالاته عندما يظهر بأبسط صوره، أي عندما يمكن لنا أن ندعوه (كما يقول الرسامون) الفن الذي يركِّز على اللون والشكل الهندسي minimal إن «الفن الهندسي الجديد» الكسري تربطه قرابة تثير الدهشة بلوحات أساتذة الرسم القدامى أو بعمارة الفنون الجميلة. والسبب هنا واضح، وهو أن الفنون البصرية، كالصور الكسرية، تتضمن عدة مقاييس للطول كما أنها تولي اهتماماً خاصاً للتماثل الذاتي.

بينوا مانديلبروت، 1981 و1982

أشرتُ منذ قليل إلى بعض الصور الأولى التي قمنا بتنفيذها باسم «التي تركِّز على اللون والشكل الهندسي». وسأتحدث الآن عن هذه النقطة بقليل من الإسهاب لأنني قد أجريت دراسة حول فن الرسم والنحت الذي يركز على اللون والشكل الهندسي

(مينيماليست minimalist). أنا أكره فن المينيماليست. لنأخذ مثلاً كارل أندريه (1935) الذي قام في الستينيات بإرساء قواعد حركة المينيماليست الأمريكية. قد تتشكّل إحدى منحوتاته من 17 عموداً من الألومنيوم، تم شراؤها من أحد المورِّدين، سُمْك العمود ربع بوصة وطوله قدم واحد، الأعمدة مرتبة حسب شكل هندسي شديد البساطة. ولكي نَصِفَ هذه المنحوتة، المصنوعة وفق مدرسة المينيماليست، وصفاً يتيح إعادة تمثيلها بشكل واضح، يتطلب الأمر معادلات رياضية تشغل عدة أسطر. الشعور الذي تبعثه هذه المنحوتة في النفس هو شعور الالتزام باللون والشكل الهندسي (مينيمال)، لكن مصدرها أو أوصافها أو شرحها لا تبعث هذا الشعور. وبالتعبير الرياضي، إن أسلوب التنفيذ أو العيِّنة فقط يُعتبران مينيمال.

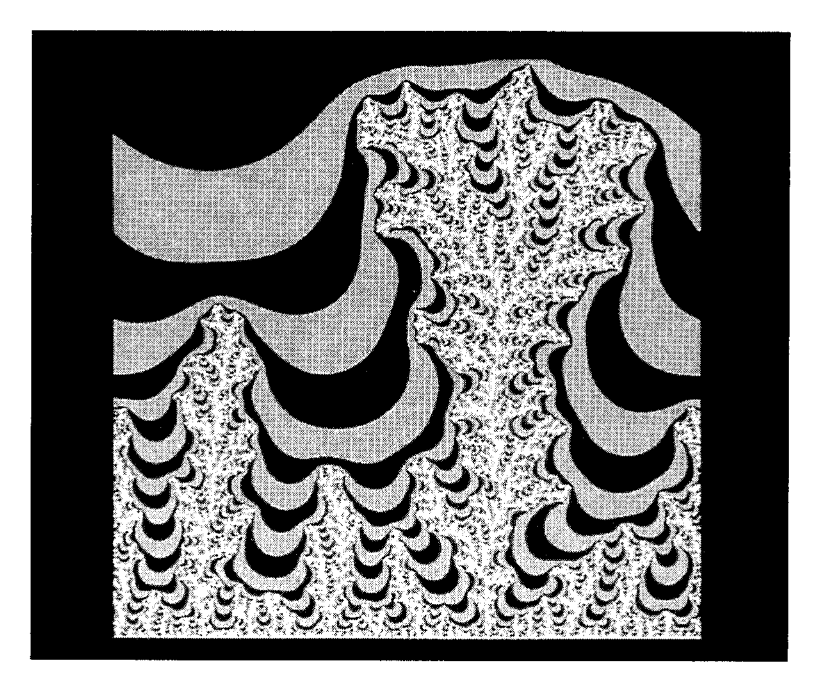
بالنسبة للصور الكسرية، تتسم طريقة تنفيذها بأسلوب الباروخ baroque. وبإمكاني أن أعرض عليكم تشكيلة متنوعة، تبعث على الذهول، من التراكيب التي تُمثِّل أسلوب الباروخ بأجلى معانيه، وقد تم الحصول على كل منها من معادلة بسيطة لا تشغل سوى سطر واحد. وإذا اعتبرنا ذلك أيضاً فناً ينتمي لمدرسة المينيماليست، فإنه ضَرْبٌ من ذلك الفن تكون فيه معادلة رياضية هي مصدرُ غِنى التركيبة وليس شخصاً أو إدراكاً بشرياً أو عبقريةً بشرية.

إن كثيراً من التكوينات compositions الكسرية تلقى هوىً لدى الناس أكثر مما يلقاه معظم الأعمال الفنية المعروضة في

صالات الفن، بل إننا في الواقع نحصل، مقابل هذه الصور، على مبالغ تفوق ما يحصل عليه بعضهم لقاء أعماله الفنية (ويُعتبر ذلك أحد معايير الفن التي يؤمن بها بعض الناس ايماناً راسخاً). وعلى أية حال، فإن فكرةَ ما إذا كانت الصور الكسرية تُعتبر فعلاً شكلاً جديداً من «الفن الراقي»، لا تزال موضع تساؤل.

دعوني الآن أقدم لكم بشكل مختصر آليةَ تنام growth mechanism تدعى DLA (وهو اسم مركب من الأحرفُ الأولى لتعبير التراكم المحدود الانتشار Diffusion - limited aggregation). والمبدأ هو كالآتي: هناك خلايا صغيرة تعوم طليقة في الهواء، ولدى تساقطها ببطء إلى الأرض فإنها تلتصق بها، أو بخلايا أخرى كانت ملتصقة بالأرض سابقاً، أو بفرع كان قد نما من تراكم خلايا. لقد كانت هذه الظاهرة معروفة لسنوات عدة. كان الناس يرونها، لكنهم لم يفهموا ما كانوا يرونه لعدم توفر اللغة المناسبة لوصفها. يبين الشكل 4 ـ 10 ماذا يمكن أن يتولد عن تلك القاعدة البسيطة.

إن اكتشاف آلية DLA أثار نشاطاً كبيراً. فقد تم نشر خمسة عشر كتاباً ومئات الأبحاث، كانت كلها خالية من أية صورة لائقة، ولم تحو سوى معادلات وكلمات. وقام مؤلفون مختلفون بنشر نتائج متضاربة أدت إلى إرباك الجميع. كنت أعمل في موضوع آخر، لكنني قررت في النهاية أن أولي الأمر اهتماماً.



الشكل 4 ـ 10 تراكم كسري محدود الانتشار. تقوم قاعدة بسيطة لدرجة السذاجة (انظر النص) بتوليد صورة بديعة ذات تعقيد يمثِّل الواقع بشكل يتزايد باستمرار، ولا يزال هذا التعقيد يحير علماء الرياضيات ورجال العلم (التنفيذ الفني س. ايفيرتس).

كانت الصور الكسرية الأولى لآليةِ DLA بالأبيض والأسود ولم تبدُ أنها ستكون ذات فائدة تذكر. وهكذا، كنت جالساً ذات مرة أمام الكومبيوتر مع مساعدي، وكنت أدلُّه على كيفية تلوين الصور التي قمنا بتنفيذها وعلى كيفية تغيير الألوان بواسطة ما يدعى «بخارطة اللون». كنت أتصرف لا كعالِم بل كرسام، بالمعنى الحرفي للتعبير، لأنني كنت أختار الألوان التي تحقق توازناً معيناً في الصورة. كان التركيب العام للتكوين قد جاء

نتيجة معادلة كسرية. ولكي نفهم التركيب بشكل أفضل، قمنا بتلوينه بألوان مختلفة. وبينما كانت الألوان تتغير، باغتتني فكرة مفاجئة، القواعد الأساسية التي كانت تَحْكُم ذلك الشكل البديع المعقد الذي كان سابقاً يستعصي على الأفهام. هذا هو الجمال، بالنسبة لبعض الناس على الأقل.

وهناك مشكلة أخرى ظلت غير مفهومة لحين توفُّرِ الصور المناسبة وهي شكل يدعى «تَجَمُّع التقطير percolation cluster» (اللوحة 13). قارِنْ شكل «تَجَمُّع التقطير» بلوحة من رسم أوغستو جياكوميتي (اللوحة 12). ألبرتو جياكوميتي هو نحات تُعرَض تماثيله النحيلة الطويلة في المتاحف في كل أرجاء العالم، لكن أوغستو جياكوميتي مغمور نسبياً، ومعظم لوحاته تقريباً موجودة في سويسرا. شعرت بالإعجاب الشديد تجاه أعماله ولذلك أَجْمَعُ من مَعارِضه الكتيِّبات التي تصور هذه الأعمال. قبل أن يتحوَّل الآخرون إلى التجريد، أخذ هذا الفنان، ذو الخيال الرائع، موضوعاً بالغ الواقعية ـ زهور في مرج ـ وقام، انطلاقاً من هذا الموضوع، بتقطيرِ شكل متوازن من البقع اللونية التي يمكن لكم رؤيتها في اللوحة رقم 12.

هل أستطيع استخدام الكومبيوتر لإنتاج نسخة مزيفة عن لوحة جياكوميتي؟.. لا أستطيع طبعاً. وعلى أية حال، هناك سمة واحدة في فن جياكوميتي تُعتبر جوهرية. فرغم أن فنه ليس فناً تصويرياً بالكامل، أو تجريدياً، إلا أن كل لوحة من لوحاته تحوي عناصر ذات توازن وتناظر استثنائيين. وهذا هو النسق

order الأساسي الخفي الذي تتضمنه المعادلة الكسرية.

سندرس الآن العلاقة بين هذا النوع من الفن التجريدي وبين تكوين كلاسيكي بريشة فنان، ولنقل مثلاً، الفنان الفرنسي نيكولاس بوسين (1594 ـ 1665)، وهو رسام أحبه كثيراً. تُظهر لوحات بوسين أشخاصاً ضمن مناظر طبيعية. الأشخاص بحد ذاتهم لا تربطهم أية علاقة بالأشكال الكسرية لأن المظهر الخارجي للأجسام البشرية ليس شكلاً كسرياً. ولكن، حتى الفن الكلاسيكي لبوسين يُعتبر أكثر من مجرد نقلٍ دقيق للحياة. إن حياة اللوحة أو موتها يتوقفان على العلاقات الفراغية التي تحدِّد شكل التكوين بكامله. هناك بعض الفنانين ممن يتمتعون «بعين» تنزع للاستقلالية وبخيال خصب، والفنانون من هذا النوع يُبدعون تكوينات خصبة تتمتع بتوازن استثنائي وبتركيب معقد، إن وصف هذه التراكيب بدقة بتعابير رياضية تقليدية قد يحتاج لصفحات وصفحات. أنا مدرك تماماً لما أقول لأنني قرأت الكثير من هذه الأوصاف بدقة بالغة. لكن الكثير من هذه التكوينات، على أية حال، يتبع القواعد الكسرية.

إن الصور الكسرية، من حيث الأساس، لا ترتبط بالعاطفة أو بأية فكرة محدَّدة عن الجمال. والتراكيب التي تنشأ عن معادلة كسرية بسيطة من سطر واحد هي تراكيب معقدة، غير متوقعة، كما أن أشكالها تتنوع ما بين الفن الذي يركِّز على اللون والشكل الهندسي (المينيمال)، وبين فن الباروخ. هناك كثير من الناس ممن يعتبرونها جميلة. وبما أن الفن يبدأ حيث

ينتهي التصوير representation الحَرْفي، يبرز هنا سؤال: هل يُعتبر هذا «الفن الهندسي الجديد» شكلاً من أشكال الفن؟.. إن حقيقة أن كثيراً من اللوحات الكسرية يمكن أن يظنها بعضهم، للوهلة الأولى على الأقل، عملاً فنياً راقياً، هذه الحقيقة لا يمكن تجاهلها.

أسلوب مختلف في التفكير

إن استخدامي للمخططات البيانية للكومبيوتر قد أمدَّني بوسيلة جديدة كلياً، وسيلة نشأ عنها نوع جديد من بلاغة التعبير وأسلوب مختلف في التفكير وفي الوصول إلى استنتاجات عقلانية. وكان هذا المنظور أقرب إلى الأُطُرِ الفكرية لعلماء التاريخ الطبيعي في القرن الثامن عشر، أو علماء الجيولوجيا في القرن التاسع عشر، الذين كانوا يدرسون تأثير الضوء الساطع المُسْتَقطَب على الصخور، منه إلى عالَم الرياضيات البحتة.

كان عالِم الرياضيات غاستون جوليا، (1893 ـ 1978)، أحد أساتذتي سنة 1945، ولم يكن على وفاق مع المؤسسة التقليدية في ذلك الوقت، كما أن عمي (أستاذ الرياضيات) لم يكن يحمل له وداً شخصياً، لكنه كان معجباً بأحد أبحاثه الذي كان مهملاً منذ سنة 1917. وكان يعتقد أن إلقاء نظرة ثانية على البحث قد يكشف أمراً عظيماً إذا كان ذلك يستند إلى فكرةٍ جديدة جيدة. وفي سنة 1947 تقريباً، قرأتُ البحث الذي كان يدور حول التكرار iteration، أو التطبيق المتكرر للتحولات

transformation الرياضية، لكن أفكاري لم تكن أفضل من أفكار أي شخص آخر. وبعد ثلاثين سنةً، قررتُ معاودة النظر إلى ما كان يقوم به جوليا، ولكن بدقة أكبر وبمنظور مختلف هذه المرة. كان جوليا يمتلك إحساساً قوياً في ما يتعلق بالهندسة، لكن نظريته لم تُكتب لها الحياة لافتقارها إلى عمق الخيال الهندسي ضمن ذلك المجال. لم يكن قد تبقى لدى الناس أية أسئلة ليطرحوها، وكانت النظرية تقبع مهملة في زوايا النسيان. وعن طريق الكومبيوتر، قمت أنا بإتاحة الفرصة للوسائل الجديدة لتقوم بمهمة إثارة كل أنواع التخمينات التي لقيت رواجاً شعبياً واسعاً، وأدت إلى صدور الكثير من الكتب وآلاف الصفحات في مجال الرياضيات. لم يكن لمؤلفي تلك الكتب والصفحات أن يبدأوا العمل من دون جهودي، ولكنني لم أكن لأصل إلى أية نتيجة لولا تلك الأعمال. لقد لعبتْ «منظومات جوليا»، التي قام الكومبيوتر بوضعها، دوراً مركزياً في أسلوب تنفيذ الهندسة الكسرية وفي قبولها.

إن للأشكال في «منظومة جوليا» نسقاً خفياً. فبإمكانك تعديل الأسلوب الباروخي للشكل عن طريق تغيير حدود terms المعادلة الرياضية بأسلوب موجَّه. ورغم أن المعادلات لا تشغل أكثر من سطر واحد، إلا أن التعقيد الناتج عنها لا حدود له. وعن طريق اختيار النقطة التي تنظر إليها، تستطيع رؤية تركيب ذي أسلوب باروكي بديع، أو تركيبٍ يحمل طابع الأناقة المُتكلَّفة الذي ساد في أواخر القرن الثامن عشر، أو أي تركيب

آخر قد ترغب به. لم يكن هناك أي فنان بين مجموعة المبرمجين، لكنني أعتقد أنهم كانوا يمضون وقتاً ممتعاً مع الألوان، كما أعتقد أنهم يتمتعون بذوق رفيع. وليس من الصعب إدراك العلاقة بين هذا النوع من «الفن» وبين الصورة التقليدية التي يبدعها الرسام.

لدى اقترابنا من نهاية هذا البحث، دعوني أعرفكم بمنظومة مانديلبروت. لا أستطيع أن أشرح كيفية عمل هذه المعادلة، لكني أريد فقط أن أريكم كم هي قصيرة. ها هي المعادلة:

$$X' = x2 - y2 + c'$$
$$Y' = 2xy + c''$$

تُبين اللوحة رقم 17 منظراً سنةً وتبين اللوحة 18 تكبيراً لجزء بالغ الصغر. عليكم توخي الحذر: إن تأمُّل منظومة ماندیلبروت هو أحد أضمن الطرق لمرور الوقت دون أن تشعر به.

ونظراً لجرأة الشكل 4 ـ 11 وتعقيده وتوازنه، فإنه يذَكِّر الكثيرين بالرسوم الموجودة في الكهوف العائدة للعصر الحجري القديم في لاسكو أو في ألتاميرا. إن التوازن الموجود في العناصر الشكلية للصورة لم ينشأ عن مخيلة شخص ما ولا هو مُتضَمَّن في الألوان. بإمكاني أن أريكم الصورة بخمس عشرة مجموعة مختلفة من الألوان، قد يختلف تأثير كل منها لكنها تتساوى في قوتها. إن توازن كل تكوين على حدة فريدٌ من



الشكل 4 ـ 11 تصميم كسري. يراه بعض الظرفاء وكأنه ضرب من الأشكال التي يمكن الخلط بينها وبين رسم اكتُشف مؤخراً في كهف يعود للعصر الحجري. (التنفيذ الفني ر. ف. فوس).

حيث روعته، شأنه في ذلك شأن الوهم الذي تخلقه بعض التراكيب (في بعض الحالات، ولكن ليس في هذه الحالة) أنها ثلاثية الأبعاد في الوقت الذي تكون فيه فعلياً مسطحة تماماً. (إن شرح تأثير الأبعاد الثلاثة هذا يستغرق ساعة وهو يبعث على التسلية). إن الأشكال الكسرية هي أشكال فوق مستوى البشر (أو غير بشرية أو ضد البشرية، بإمكانك أن تطلق عليها ما تشاء من الأسماء) لكنها أشكال لا تُنسى.

سأعود الآن إلى سنة 1300، لأختم حديثي بقصة أرجو أن

تكون صحيحة. إن ملكاً من شمال إيبيريا وجد نص إقليدس في بورغوس، وبما أن أعمال إقليدس تُرجمت إلى اللغة التوسكانية، أدى تراث جيوتو لظهور غاليليو لتبدأ مسيرةٌ ظافرة باتجاه علوم أخذت تخلو من الصور شيئاً فشيئاً وذلك لدى تَحوُّلِها إلى علوم «مادية واقعية». وأنا أعتبر بالطبع علم الأحياء الجزيئي ضمن هذه «العلوم المادية الواقعية»، لكنني لا أعتبر علوم النبات أو الحيوان، التي لا تحظى حالياً بالاحترام، ضمن تلك العلوم.

سننتقل الآن إلى نوع آخر من البلاغة البصرية. فبالنظر للحب الذي أكنُّه لعالَم الهندسة الإقليدي، وبالنظر لتوفر كومبيوترات أكثر تعقيداً ذات إمكانات لا تتوقف عن التطور في مجال رسم المخططات البيانية، ولتزايد أعداد الأصدقاء من المهرة في برمجة تلك الكومبيوترات، بالنظر لكل تلك الأسباب مجتمعة، توفر لي الامتياز الكبير لاكتشاف هذه الطريقة الجديدة لابتكار نوع شديد البساطة من الفن «المينيمالي» الحقيقي، نوع أكثر زخرفة وإتقاناً من كل أنواع الفن التي يمكن تخيُّلها. ويمكن تعديل هذا الفن بطريقة يمكن التنبؤ بها عن طريق تبديل المتغيرات parameters في المعادلة الرياضية. وهكذا، فإن خاصية نظام ترتيب التدرج scaling order والتماثل الذاتي، التي تميِّز الأشكال الكسرية لا تتواجد فقط في الطبيعة، ولكن في بعضٍ من أروع الإبداعات البشرية. هل تُعتبر تلك الصور «فناً»؟.. قد لا تعتبر كذلك أكثر مما تُعتبر الدوائر البسيطة «فناً»

بحد ذاتها. ومهما يكن من أمر، فإن المفهوم المتعلق بموقع الإنسان من حيث علاقته بالفن الراقي ـ وذلك في ما يخص نظرته الفنية وخياله ـ لابد وأن يتغير تِبْعاً لهذا الكون الجديد من الصور الكسرية، التي تولدت عن معادلة رياضية بسيطة من سطر واحد، ولم تتولد عن مخيلة بشرية.

كلمة شكر. إن الكلمات المكتوبة تحت الأشكال تكفي لإظهار حقيقة أن عدداً من فناني الكومبيوتر البارزين، قد أشعل فيهم حُلمي نارَ الحماسة، وأسهموا في تحقيقه إلى حد كبير.

نظرة في أعماق أسس الإبداع: تجميع الأفكار

قد يَصْدُق القول بشكل عام أن أخصب التطورات في تاريخ الفكر البشري تحدث عادة في تلك اللحظات التي يلتقي فيها خطّان فكريان مختلفان. ويمكن أن تكون جذور هذين الخطين قائمة في أجزاء مختلفة من الثقافة الإنسانية، أو في أزمنة مختلفة أو أجواء ثقافية مختلفة أو ضمن تقاليد دينية مختلفة: لذا، فإن هذين الخطين، إذا ما التقيا فعلاً، أي تقاربا على الأقل لدرجة يصبح معها بالإمكان حدوث تفاعل حقيقي في ما بينهما، يمكن للمرء، عندها، أن يأمل أن يعقب ذلك التلاقي حدوث تطورات جديدة تبعث على الاهتمام.

وارنر هيسينبرغ، 1958

لقد قامت الصفحات السابقة بإلقاء الضوء على القضايا المتعلقة بالإبداع والأصول التي ينهل منها، وذلك من زوايا شديدة التباين، ومن ثم قامت بتجاوز الحدود القائمة بين الفروع المعرفية التقليدية. إن كثيراً من تلك القضايا قد أخذت تتبدى حاليا على ضوء جديد: التجارب الخلاقة في الفنون وفي العلم، والكينونات المراوِغة للخيال والعواطف والعقلانية، وتأثير البيئة على الإبداع، والمُدرَكات العقلية المتعلقة بالعالَمَيْن

الخارجي والداخلي. إن ما يرمي إليه هذا الفصل الختامي هو الوصول إلى كُنْه الضوء، أي دمج كلٍ من الآراء المكمِّلة لبعضها وتلك المتعارضة في ما بينها. هذه التوليفة من الأفكار توجِدُ مفهوماً جديداً موحِّداً يعزو منشأ الأعمال الإبداعية، وطبيعتها التي تستثير الذكريات والعواطف، إلى الأسلوب الذي يعمل به دماغنا، كما أنها تسعى لشرح الكيفية التي نقوم بها بإنتاج الأعمال الإبداعية في مجالَي الفن والعلوم، والسبب الذي يدفعنا للتجاوب مع هذه الأعمال.

حول طبيعة التجربة الإبداعية وأساسها البيولوجي

يؤدي العلم، في هذا الكتاب، دورين مختلفين تمام الاختلاف. فهو يُستخدم كأداة لدراسة الدماغ، تلك الكينونة المحسوسة التي تولِّد السلوك الإبداعي، كما تجري دراسته، مثلما تجري دراسة الفن، على أنه نِتاجٌ لأعمال إبداعية. فهل العلم شأنٌ إبداعي؟ . . .

مسألة الثقافات

يدعو غونتر ستينت في نقاشه لفكرة وجود سلسلة متصلة بين الأشكال المختلفة للفنون والعلوم، تلك الأعمال الإبداعية التي تقدم رؤى معمّقة جديدة حول العالمين الداخلي والخارجي. كما أن ستينت يوضِّح الفارق الهام بين الأعمال الفنية والعلمية وبين مضمون تلك الأعمال. فما يُميّز العمل العلمي الإبداعي، بشكل فعلي، ليس مغزى الاكتشاف الذي

يقدمه (أي مضمونه)، بل الطبيعة الأنيقة المُقْنِعة لاختباراته ولاستنتاجاته المنطقية، كما تتمثَّل لدى كلٍ من سيتش ومانديلبروت. ويتعلَّق ذلك مباشرة بالجدل القائم حول الاكتشاف في ميدان العلوم في مقابل الإبداع في ميدان الفن. إن كلاً من الفن والعلم يقومان باستكشاف عوالمنا سعياً وراء معارف جديدة، لكن سماتِهما الإبداعية تكمن في أصالة وقوة السياقات المبتكرة التي يأتي بها المُبدع ليكشف عن كامل عمق تلك الرؤية الجديدة (انظر الفصول الخاصة بأدولف وتشيهولي وجيلو). وهكذا، يتوصل ستينت لاستنتاج مفاده أن الفن والعلم هما مجالان مترابطان من المساعي التي تعمل وفق سلسلة فكرية متَّصلة thematic continuum، ولكن بلغة تعبيرية مختلفة.

بيكاسو: (مُجادلاً) ما الذي تعرفه أنت عن ذلك بحق الجحيم... أنت عالِم! لا تبغي سوى نظريات...

آينشتاين: صحيح، ولكنني مثلك، أعتقد أن على النظريات أن تكون جميلة. هل تعرف لماذا لا تدور الشمس حول الأرض؟... لأن هذه الفكرة لا تتمتع بالجمال الكافي...

بيكاسو: هل تقصد أنك تخلق فكرة جميلة؟...

آينشتاين: نعم. نحن نخلق منظومة، ومن ثم نبحث في ما إذا كانت الحقائق تناسبها.

بيكاسو: إذاً، فأنت لا تقوم بوصف العالم كما هو فعلاً؟...

آينشتاين: كلا، ما نفعله هو إيجاد طريقة جديدة للنظر إلى العالم.

بيكاسو: هل تقصد إذاً أنك تحلم بالمستحيل ومن ثم تضعه قيد التطبيق؟...

آينشتاين: تماماً.
بيكاسو: نحن أخوة إذاً.
آينشتاين: نعم أخوة.

س. مارتين، 1996

إن فرضية ستينت بوجود سلسلة متصلة بين الفن والعلم تُكمِّل، بسرعة ويُسْر، مفهومَ غاردنر المتعلق أنواع الذكاء المختلفة. كما ويعتقد غاردنر، أيضاً، أن هناك مجالاً من القدرات الإبداعية التي تقوم باستكشاف كامل الطيف بدءاً بالعالم الداخلي، غير اللغوي، وصولاً إلى العالم الخارجي، اللغوي، وذلك كما يمكننا أن نلاحظ من خلال اختياره للمبدعين «العظام»: سترافنسكي (غير لغوي) - غراهام - بيكاسو - إليوت - فرويد - غاندي - آينشتاين (لغوي).

ما دام العلم والفن متشابهان من الناحية الجوهرية فكم هو عدد الثقافات الموجودة، إذاً؟ . . . إن العلم والفن يمكن أن يكونا، حالياً، أكثر تداخلاً منهما في أي وقت مضى، ولو أن الأمر لا يبدو على هذا النحو. فقد كتب توم ستوبارد مسرحية (أركاديا) حول نظرية الفوضى chaos، كما بَحَثَ المؤلفان الموسيقيان كسيناكيس وبابيت عن الإلهام في المعادلات الرياضية (انظر الفصل الخاص بأدولف)، وكشفت جيلو عن اهتمامها بعلوم الفيزياء والبيولوجيا، وقام مانديلبروت بمناقشة الخصائص الكسرية للّوحات والمنحوتات، ووصف روجرز

عامل التوازن بين حياته ضمن مجال علم الطب الحيوي biomedical وحياته ضمن مجال نحت الخشب. إن كثيراً من الفنانين والعلماء، بمن فيهم هؤلاء المذكورون في هذا الكتاب، يقومون بردم الهوة الظاهرية، وبدرجة لا تخفى من الحماسة. ألا يدفع الفضول البسيط بتفكير أي إنسان مبدع لاستكشاف التطورات المثيرة في كلٍ من مجالَيّ الفن والعلم الحديثين؟ . . .

غير أن هناك عوائق. فلدى قيام المفكرين المبدعين باستكشاف سياقات جديدة في عوالمهم الداخلية والخارجية، يتحتم عليهم غالباً الانعتاق من التقاليد بحيث تأتي الأعمال الإبداعية الجديدة غير مألوفة بل إنها قد تُحدث صدمة. وقد جرى شرح ذلك بإسهاب في هذا الكتاب (انظر الفصول الخاصة بأدولف وسيتش وتشيهولي وغاردنر وجيلو ومانديلبروت وستينت). فالرسم والنحت التجريديان لا يمكن إخضاعهما للتفسير الحرفي نفسه كما هو حال الأعمال الفنية التقليدية التي تتميز بالواقعية. وتطرح الأعمال العلمية المعاصرة مشكلة مماثلة، فلكي نفهم هذه الأعمال، يتطلب الأمر معرفة وتخصصاً شاملين، مما يقلل من إمكانية الوصول إلى فهم الأعمال المذكورة، وفضلاً عن ذلك، فإن النتائج التي يمكن أن تترتب عليها، كالاستنساخ الجزيئي والتكنولوجيات النووية، قد تصرف عنها الإنسان العادي الموجود خارج ميدان العلم. ومن هنا ينشأ التَّشتُّت. ولكن، ولدى تزايد إدراكنا للكون، ثبت أن أساليب المقارب المُشتَّتة أو الاختزالية أصبحت تبتعد شيئاً فشيئاً عن

التوصل إلى نتائج مرضية. فهناك رغبة تتنامى باستمرار في فهم الظواهر الطبيعية بشكل مُوَسَّع وفي فهم عالمنا الداخلي بدرجةٍ أكبر من العلمية. ولن يفي بهذه الحاجة سوى تحالف بين العلم والفن يُفضي في النهاية إلى دمجهما في ثقافة واحدة.

نتاج الدماغ

من أين يأتي الدافع الإبداعي؟. . . يناقش و. وايزبيرغ (1993) في كتابه «الإبداع: تجاوُز أسطورة العبقرية» فكرةَ أن القوة الإبداعية لدى شخص ما ليست دالّة function لوحيٍ إلهي بالمعنى الحرفي. إن تبديد أسطورة القوى الغيبية التي تمارس تأثيراً على عقل الفرد هو أمر مهم، لكن وايزبيرغ يمضي إلى أبعد من ذلك: فهو يزعم أن دماغ «المبدع العظيم» يشبه في كل جزء منه دماغ أي شخص آخر. غير أنه يخطئ إذ يقول إن جميع الأدمغة قد خُلقت متساوية. ومع أن الأدمغة المختلفة قد تبدو متشابهة، إلا أنها تقوم بوظيفتها بأسلوب مختلف على نحوٍ ما. من خلال النظرة السطحية، يبدو دماغ الشخص العبقري، تماماً، كأي دماغ عادي آخر. لقد شكّلت هذه الملاحظة، لدى بداية هذا القرن، خيبة أمل كبيرة لعلماء التشريح الذين كانوا قد جعلوا من اكتشاف الفروقات أحد أهدافهم في الحياة. وسرعان ما جرى استبدال مفهومهم، الذي يُعرف أيضاً باسم علم فراسة الدماغ phrenology، بمفهوم آخر لا يقل تبسيطاً اشْتُقَّ من اكتشاف النواقل العصبية : neurotransmitters وهو أن التوازنات الكيميائية هي التي تقرر قدرات الدماغ أو نقائصه. ومرة أخرى،

تجاهلتْ إعادةُ صياغة علم فراسة الدماغ بشكل كيميائي، تجاهلت حقيقةَ أن وظيفة الدماغ تعتمد على العمل المتناغم لأعداد هائلة من الدارات العصبية التي تضم أنواعاً مختلفة كثيرة من نقاط التشابك العصبي synapses تتمتع كلٌ منها بكيميائها الخاصة بها.

تصف غالر كيف أن الحرمان إبّان الطفولة قد ينتج عنه تغيُّر دائم في وظيفة الدماغ. كما يشرح كلٌ من ستيڤنز وداماسيو وبفننغر المسارات المعقدة التي تجري فيها معالجة المعطيات الحسية ومن ثم إعادة تركيبها في الدماغ، ويشيرون إلى كيفية قيام الوظيفة بتوليف modulate مجموعة الدارات الدماغية، وهو مفهوم يجد صداه في ملاحظة أدولف أن الموسيقى هي التي تصوغ الموسيقي. ويطرح باليد فكرة أن الإبداع هو شرط إنساني فقط، وبالتالي فهو كامن في المورِّثات. وتجد هذه الفكرة انعكاساً لها في ظاهرة معروفة وهي ظاهرة المواهب الخاصة الموروثة، كما هو الحال في العائلات الموسيقية، على سبيل المثال (عائلة باخ، وعائلة موتزارت). إن كل تلك الملاحظات تشير إلى أن الفروقات الدقيقة بين الأدمغة البشرية العادية تجعل من بعض هذه الأدمغة أكثر إبداعاً من غيرها.

وما من شك أن هوارد غاردنر كان محقاً لدى قوله: «بإمكانك معرفة كلِّ دقائق الدارات العصبية الموجودة داخل رأس شخص ما، لكنك تبقى مع ذلك عاجزاً عن معرفة ما إذا كان هذا الشخص مُبدعاً أم لا». قد يُفهم من هذا عدم وجود

علاقة بين الإبداع والدارات العصبية في الدماغ. ومع ذلك، فإن مقولة غاردنر صحيحة ولكن لا لأن الدارات العصبية لا علاقة لها بالإبداع، أو لأنها متماثلة لدى أشخاص يتمتعون بسويات مختلفة من الذكاء والإبداع. في الواقع، إن الأسباب الحقيقية ذات شِقَّين. أولهما، أن وسائلنا التحليلية وفهمنا لوظيفة الدماغ ما تزال غير وافية للقيام بهذه الدراسة. ونحن غير قادرين على تحليل كافة الدارات الموجودة في دماغ إنسان ما وعلى فهم كيفية عمل هذه الدارات بشكل منفرد وبشكل جماعي. وحتى لو كان هذا التحليل ممكن حالياً، فلن يكون بإمكاننا معرفة أيٍّ الانحرافات الصغيرة عن «المعيار الطبيعي» للدارات يمكن لها أن تكون ذات مغزى من الناحية الوظيفية. والشِق الثاني هو أن عمل منظومات غاية في التعقيد كالدماغ يعتمد على عدد كبير من العوامل المحدِّدة المجهولة جزئياً أو التي لا يمكن قياسها دون إحداث بعض التشويش، وقد يؤدي حدوث اختلافات طفيفة في العوامل المحدِّدة إلى نتائج جسيمة على وظيفة المنظومة ككل. هذا هو مجال نظرية الفوضى، وهي النظرية التي تقوم بوصف المنظومات اللاخطية non-linear من هذا النوع، أي المنظومات التي تتصرف بأسلوب لا يمكن التكهن به من الناحية الجوهرية. وهكذا نرى أن مقولة غاردنر صحيحة من الناحيتين النظرية والتجريبية.

إذاً، فغاردنر على حق ولكن لأسباب خاطئة. وبالتالي فإن الحجج التي يسوقها تخفق في الفصل ما بين مصدر السلوك

الإبداعي وبين مجموعة دارات الدماغ. كما أن هذه الحجج لا تدحض الأدلة التي يقدمها كلٌ من ستيڤنز وداماسيو حول وجود دارات متفرِّدة ضالعة في نواح محددَّة من الوظيفة الأرقى للدماغ. نحن نعرف أن بعض هذه الدارات يختل وظيفياً في الحالات المرضية، كما هو الحال في بعض الاضطرابات العقلية المعينة، على سبيل المثال. إن التعديلات الدقيقة في وظيفة دارات كهذه تفسِّر، على الأرجح، ما نلاحظه من اختلاف القدرات المعرفية والمواهب بين الأفراد العاديين. وتتطابق وجهة النظر هذه مع تفسير العقل من خلال علم بيولوجيا الجملة العصبية، وذلك كما يقدمه داماسيو: يتميز الدماغ البشري بوجود عدد وفير من المسارات ذات الاتجاه الثنائي وتلك ذات الاتجاه الواحد المعاوِدْ recursive تربط ما بين مناطق القشرة الدماغية التي تحتفظ بصورٍ تمثيلية بشكل مخطط mapped representations (تشبه الصور الفعلية)، وبين مناطق الربط العليا association التي تخزِّن «الصور التمثيلية المُتَوَزِّعة المُكتَسَبة غير المخططة dispositional representations (أي المجرَّدة)». وهكذا، يتم تسيير الصور التمثيلية التي تأخذ شكل مخطط (الصور الذهنية) بواسطة حصيلة المكتَسبات الحسية وبواسطة مناطق الربط العليا. إن هذه الخاصية الوظيفية للقشرة الدماغية هي التي تمكِّننا من توليد الصور التمثيلية الذهنية داخلياً، أي أنها هي التي تَهَبُنا العقل. إذاً، فالاختلافات في عدد وطبيعة المسارات ذات الاتجاه المعاوِد وتلك ذات الاتجاه

الثنائي، في القشرة الدماغية قد ينتج عنها اختلاف القدرات العقلية.

ولدى التوصل إلى الاستنتاج القائل أن عملاً فنياً أو علمياً مهماً يتميز بالابتكار هو نتاج دماغ يتمتع بقدرات خاصة، يتعين علينا إذاً أن نلجأ إلى علم بيولوجية الدماغ وذلك لالتماس أجوبة للسؤال المتعلق بأصل الإبداع. وكما قال پول تشيرشلاند (1981)، بصفته فيلسوفاً في علم النفس: «إن المفهوم الشائع المتعلق بالظواهر النفسية... سيُخلي مكانَه في النهاية... لعلم دراسة الجملة العصبية بعد اكتماله... وعندئذ، قد نعيد تشكيل إدراكنا، وحتى عملية استبطان مشاعرنا وأفكارنا ودوافعنا، ضمن إطار مفاهيم علم دراسة الجملة العصبية المُكْتَمِل». ويستتبع ذلك أن أية نظرية تتعلق بالإبداع يجب أن تكون متوافقة ومندمجة مع الفهم المعاصر لوظيفة الدماغ. وتشكل هذه النتيجة مقدمة منطقية أساسية هامة للنقاشات اللاحقة.

تأثير البيئة

جاء غاردنر بـ «المثلث الإبداعي» لكي يصف العلاقات بين الفرد، وبين العمل الإبداعي وميدانه، وبين أقران الشخص المُبْدِع (المجال). كما أن داماسيو يُقِرُّ أيضاً بأهمية دور البيئة التي يتواجد المُبْدع فيها. ومن بين متطلبات الإبداع التي يذكرها التحلي بالشجاعة في مواجهة النقد من قِبَل العاملين في المجال، وإلقاء نظرة معمَّقة على ما تُنجزه العقول الأخرى.

ومع ذلك، فهناك ناحية أخرى هامة في خاصية الإبداع، المُتَّسِمة بتضافر عدة أشخاص، ألا وهي مسألة تحديد مقدار ما هو مُكتَسَب عن طريق التنشئة وما هو موجود في طبيعة المرء. أو بعبارة أوضح: هل تؤثر البيئة ـ أي المجتمع والعصر وكذلك الجو المحيط المباشر ـ على الأنشطة الذهنية للمبدع، وإلى أي مدى تكون تلك القدرة الاستثنائية للدماغ محدَّدة سلفاً بواسطة المورثات؟ . . . وإذا كان لنا أن نتوصل لفهم أصول الإبداع، علينا إيجاد أجوبة لتلك الأسئلة. سنبدأ بدراسة البيئة العامة للمبدع macroenvironment، ومن ثم نقوم بسبر بيئته الخاصة microenvironment لننتهي في آخر المطاف بمناقشة الدماغ نفسه.

البيئة العامة: أين هي الزهور الذهبية؟. . .

تلعب العوامل الاجتماعية، أي الخلفية العامة والظروف التي تغذي السلوك الإبداعي، دوراً مهماً يكاد يكون جلياً، وذلك في كافة فصول الكتاب تقريباً. يورد باليد الأساتذة الكبار والأعمال العظيمة خلال مرحلة عصر النهضة الإيطالي للتدليل على حدوث موجة عارمة من الإبداع في مجتمع معين في زمن معين. وهو يشير إلى أهمية حالة الرخاء التي سادت شمال إيطاليا بصفتها تشكِّل عاملاً حاسماً في تَفَتُّح «الزهرة الذهبية». يتفق معه في ذلك كلٌ من سيمونتون وتشيكجينتميخالي (انظر الفصل الخاص بغاردنر)، لكنهما يضيفان أيضاً أن التآمر والتنافس بين الدويلات ـ المدن في المنطقة أضافا حافزاً هاماً

كان الدافع وراء النتاج الإبداعي. وفضلاً عن ذلك، فإن بداية عصر النهضة شهدت تحولاً عن النزعة التأملية الروحية للعصور الوسطى، التي كانت تتميز بالأعمال الغُفْل من أسماء أصحابها وبالتطور البطيء للمجتمع. أخذت الروح الثورية التي سادت عصر النهضة تُقدِّر قيمة اكتساب المعارف الجديدة وإبداع أعمال مبتكرة. ومنذ ذلك الحين، لم يعد يُطلب من الأعمال الإبداعية المبتكرة إرضاءُ المعايير التقليدية، وأصبح من الممكن أن تُعرف هذه الأعمال باسم الشخص الذي أبدعها، أي العالِم أو الفنان.

أين وصلنا حالياً؟... إن التقدم الذي تم إحرازه في العلوم الطبيعية ـ كما يبدو من الفصول الخاصة بسيتش وداماسيو وبفننغر وستيڤنز، على سبيل المثال، لم يسبق له مثيل رغم أن القرن العشرين لا يُعَدّ فترة سادها الرخاء والسعادة الخالصة. ومع ذلك، نرى فرضية پالِد، القائلة أن البيئة التي تتميز بالرفاه تمد الإبداع بأسباب الحياة، نراها موضَّحة في تحليل غاردنر لِسَير المبدعين العظام في هذا القرن: فهم جميعاً أبناء بيئات برجوازية مرفّهة استطاعت أن توفر لهم الثقافة الوافرة والدوافع المحرِّضة.

وتضيف غالر رأياً يثير الاهتمام. فهي تقدم وثائق تُظهر كيف أن الفقر المدقع وسوء التغذية، وبخاصة في العالم الثالث وفي الكثير من مدننا الداخلية غالباً، يحرمان قطاعات كبيرة من السكان من الإسهام في الأعمال الإبداعية التي تدفع بالمجتمع قدماً. وقد أصبح واضحاً أن مجرد التصدُّق على

الفقراء بالطعام لا يغير من جوهر هذا الوضع وأن الأذى الحاصل لا يمكن إصلاحه. إذاً، فإن تأثير الحرمان قد لا يكون، في المقام الأول، مشكلة «أجزاء مادية» hardware (أي تبدّل عضوي أو تلف في الدماغ نتيجة نقص المواد المغذية). والواقع أن الدماغ على ما يبدو محميّ بشكل جيد ضد كل شيء عدا حالات سوء التغذية الحادة. ويظهر أن الحرمان يولد مشكلة «ذهنية» عصية تنشأ عن الافتقار إلى الدوافع المحرضة وإلى الثقافة في مرحلة حاسمة من مراحل التطور. ويتفق ذلك مع ما نعرفه عن تطور الدماغ. وكما بين كل من ستيڤنز وبفننغر، فإن كثيراً من وظائف الدماغ يجري تعديلها أو توليفها عن طريق استخدام الدارات العصبية ذات الصلة. ومن الناحية الفعلية، فإن الاستخدام المناسب لهذه الدارات يُعَدُّ شرطاً مسبقاً للتطور الطبيعي للدماغ.

وإذا استخدمنا عصر النهضة الإيطالي كمثال مشرق، نرى أن الزهرة الذهبية الحقيقية تستمد نسغ حياتها من كلٍ من العلوم والفنون. وماذا عن الفنون في القرن الماضي؟... يبدو جورج باليد متشككاً. فهل عانت الفنون استئثار العلوم بالأضواء؟... بإمكان المرء أن يحاجج بالقول أن السنوات المئة الأخيرة قد قدَّمت مجموعة تثير الإعجاب من الرسامين والنحاتين والمعماريين والكتّاب والمؤلفين الموسيقيين والعازفين. والفنون، شأنها شأن العلوم، لم يسبق لها أن كانت أكثر وجوداً من الناحية المادية المحسوسة، ولكنها ربما كانت قد أصبحت

أقل قدرة على الوصول إلى العقل البشري. أم أننا نسير باتجاه نهاية دورة من النتاج الإبداعي؟... كتب عالم الموسيقى جان سوافورد (1997) مؤخراً في مؤلفه حول سيرة براهمز: «إن كل عصر إبداعي يحمل في طياته بذور دماره، ويعمل كل عصر على إنجاز انحطاطه بأسلوبه الخاص. لقد لفظت الحداثة آخر أنفاسها خلال العقود الأخيرة من القرن العشرين، بعد أن تاهت في القفار التي شقت إليها الطريق بصعوبة لتكتشف أنه ليس بإمكانها أن تستقر هناك». إلى أي مدى يمكن للزهرة الذهبية أن تدوم؟... هل تتبدى دلائل الاعتلال بشكل واضح؟... وهل أن الجهل في فهم الأعمال الإبداعية المعاصرة من قِبَل قطاعات كبيرة في مجتمعنا، سيؤدي في نهاية المطاف إلى ذبول الزهرة الذهبية؟...

ما هي العلاقة بين العصر الإبداعي والفرد المبدع؟... يعتقد كل من هوارد غاردنر وميخالي تشيكجينتميخالي أن على المرء أن يسأل: «أين يكمن الإبداع» وليس «من هو المبدع؟...» وحجتهما في ذلك أن العمل يجب أن يتم تأييده أولاً على أساس التأثير الذي يحدثه ضمن مجاله ـ ضمن الثقافة المحيطة به ـ وذلك لكي يوسم بالإبداع. ومن الواضح، على أية حال، أن هناك عدداً كبيراً من الأمثلة المعروفة ـ وقد يكون هناك عدد أكبر من الأمثلة غير المعروفة ـ من الأعمال الإبداعية المبتكرة بحق التي لا يفهمها أحد ممن هم ضمن مجالها أو ضمن مجتمعها وذلك لدى بروزها إلى الوجود. ويناقش غونتر

ستينت موضوع الاكتشافات «السابقة لأوانها» في ميدان العلوم، تلك الاكتشافات التي لا يُعرف مدى أهميتها إلا لاحقاً، أي لدى توافر معطيات أخرى. عندما رُسمت لوحة بيكاسو «آنسات أڤينيون»، اعتبرت عملاً ثورياً ولم يَجْرِ الاعتراف بأهميتها إلا بعد ذلك بزمن طويل. إن التأييد من قِبَل المجال (وهو تأييد يقوم به عدة أشخاص) يعتبر أمراً مهماً في ما يخص التأثير الذي يحدثه العمل وفي دمجه ضمن المخزون الثقافي. ومع ذلك فإن أي عمل من أعمال الفن أو العلم هو نتاج عقل فرد (أو بضعة عقول)، ولا يمكن للحُكْم الذي يصدره المجال أن يُغيّر من القيمة الجوهرية لهذا العمل أو من أصالته.

البيئة الخاصة للمبدع: هل هي على الدوام مكان موحش؟...

«دعني أفكر للحظة» هي جملة شائعة نستخدمها لعزل أنفسنا عن كل ما يمكن أن يشتت أفكارنا لكي نتمكن من تقويم فكرة ما أو من استعراض مجموعة من الأفكار أو الاستنتاجات بشكل منظم. ويقول بروس أدولف بهذا الشأن، «نحن نصغي لعقولنا»، أما أنطونيو داماسيو فيُطْلِق عليه «استرجاع الأحداث الموجودة في ذاكرتنا التمثيلية والاستفادة منها». إن مبدعينا، على تنوع اهتماماتهم، يحيا كلٌّ منهم ضمن عالمه الخاص المُصغَّر microcosm، كالجزيرة داخل بحر من التفاعلات الاجتماعية. ما هي طبيعة هذه العوالم المصغّرة؟...

هناك فكرة تتكرر باستمرار، وتظهر ضمن صيغ مختلفة،

مفادها أن الإبداع يتطلب استغراقاً عميقاً في عملية التفكير، وكثيراً ما يصف العلماء كيف تخطر لهم فكرة عظيمة بشكل مفاجئ. إلا أن العالِم، على أية حال، لا يقوم، بكل بساطة، بالدخول إلى المختبر لإجراء التجربة التي تفتح له مغاليق الأمور: لقد أشْرَكَنا سيتش في كل التجارب والمِحَن التي أحاطت بعملية اكتشاف الـ ر. ن. أ. الحفّاز. إن العلماء ـ كالفنانين ـ يكافحون لفترات طويلة للتوصل إلى حل مسألة معينة أو للتوصل إلى التعبير عن فكرة معينة (سواء كانت لغوية أو غير ذلك). وخير ما يعبر عن ذلك هو وصف فرانسواز جيلو للمعارك التي تخوضها مع مفهوم معين، وللكثير من المحاولات المغلوطة التي تتناثر في المسار المؤدي إلى عمل عظيم، ووصفها لضرورة تَمَكُّن الإنسان من الانفراد بنفسه والاستغراق مع ذاته لفترات طويلة من الزمن. وقد كان لپيكاسو بطانة من الأشخاص الذين يلازمونه طيلة النهار، لكنه كان يسهر وحيداً طوال الليل في صراع مع أفكاره. ويشير كل من أدولف وغاردنر ومانديلبروت وروجرز إلى الفكرة نفسها من منظورات مختلفة.

يشرح داماسيو كيف أن استرجاع المرء لسياقات معقدة داخل ذهنه وتقويمها وفهمها من خلال اللغة مناسبة تعتبر خطوات مهمة في العملية الإبداعية. لا عجب إذاً أن تكون هذه العملية دقيقة وأن تستهلك الكثير من الوقت: فالانعزال عن بعض أجزاء العالم الخارجي هو أمر حاسم كي تنساب الأفكار

دونما تشويش. ويشير هوارد غاردنر إلى أن ذلك يؤدي إلى تزايد عزلة العقول العظيمة المبدعة. فبينما يشعر المبدع بالاندماج والرضى ضمن ميدانه، وضمن التركيبة الخاصة به للواقع الافتراضي، إلا أنه ربما يكون عرضة للتعاسة أو للإحباط في العالم الخارجي، عالم قد يقدم مجموعةً مختلفة من الحقائق. وقد يفضي ذلك إلى غرابة في الأطوار.

هل يرتبط السلوك الإبداعي، بالضرورة، بغرابة الأطوار، أم أن ذلك لا يعدو كونه فكرة مكرَّرة، تُستخدم غالباً كعذر للتهرُّب من حقائق العالم الخارجي؟. . . وكما أشار غاردنر وغالر، فإن الأعمال الإبداعية تأتي متخفية بأثواب مختلفة، من إسهامات في الأنشطة اليومية وحتى الإنجازات الكبرى ضمن مجالات واسعة. وهناك أفراد مبدعون يناضلون لتحقيق التوازن بين ميدانهم الرئيس وبين نشاطهم الإبداعي ضمن ميدان آخر وبين الارتباط بالعالم الواقعي. فروجرز مثلاً، هو عالِم معروف يلعب دوراً قيادياً ضمن مجال الطب إضافة لكونه نحاتاً، وعندما يقول: «إن عملي الفني يمنحني شعوراً بنوع من الأمان الشخصي»، فهو إنما يكشف عن أنه يكتسب قوة من انغماسه في العمل الإبداعي في مجال النحت، قوة تساعده على القيام بدوره كرئيسٍ لمنظمة كبيرة ومعقدة. بوسع المرء أن يستنتج، إذاً، أن قضاء فترات طويلة في الانغماس هو شرط مسبق للعملية الإبداعية، لكن كوْن الإنسان مبدعاً لا يستوجب بالضرورة أن يكون غريب الأطوار أو منقطعاً عن العالم.

العقل المتطور

بمجرد أن تتقبَّل فكرة أن الذكاء والإبداع هما من نتاجات الدماغ، يصبح لزاماً عليك أن تستنتج، في عالم ما بعد الداروينية هذا، أن للوظائف المعرفية أساساً وراثياً genetic وأن هذه الوظائف قد تطورت جنباً إلى جنب مع المنظومة العصبية. إن هذا الاعتقاد الجوهري لعالِم البيولوجيا، يحظى حالياً بدعم قوي من حليف غير متوقع، وهو عالِم علم النفس التطوري evolutionary psychologist. يُشير بينكر (1994) إلى أن «اللغة... هي جزء مميَّز من البنية البيولوجية لأدمغتنا» وحجته أن الاصطفاء الطبيعي قد حابى الرئيسات primates التي وُهبت القدرة على استخدام هذا الشكل الجديد والفعال من التواصل. وهناك حجة لا تقل إقناعاً يمكن تقديمها بشأن مجال الوظائف المعرفية للدماغ بكامله. فالمقدرة المتنامية على تمييز السبب والنتائج والتصرف تبعاً لذلك - بعكس الانقياد وراء الغرائز البهيمية (انظر فصل بفيننغر) - شكّلت ميزة كبيرة في تطور الجنس البشري Homo Sapiens.

إذاً، هل هناك ما يُدعى بمورِّثة gene عقلية أو مورِّثة إبداعية؟... لا جدال في أن الوظائف المعرفية للدماغ هي وظائف موروثة. لكن تأسيس وتشغيل مجموعة دارات الدماغ بشكل مناسب إنما تتحكم فيهما مجموعة كبيرة من المورِّثات المختلفة، مما يوحي أن الأمر يتطلب تعاونَ عددٍ كبير من المورِّثات لكي يصبح دماغ ما أكثر ذكاء وإبداعاً من دماغ آخر.

وبعبارة أخرى، إن المقدرات الإبداعية متوارَثة، غير أن الوراثة لا تتبع القوانين البسيطة التي جاء بها مندل. هل يناقض ذلك كل ما قيل حول تأثيرات البيئة على تطور الدماغ؟. . . إنه لا يناقضه على الإطلاق.

إن أحد أهم الدروس التي تعلمها علماء دراسة الجملة العصبية في الماضي القريب هو أن الدماغ عبارة عن آلة تتمتَّع بإمكانية كبيرة على التكيُّف، وبخاصة خلال مرحلة النمو (انظر فصليّ ستيڤنز وبفننغر): إن النمو الطبيعي للدماغ يعتمد على استخدام داراته. ولا يختلف ذلك فعلياً عن تكيُّف (أي نمو) العضلة عن طريق المران. ولكن، كما ذكرنا سابقاً، فإن الاستخدام المتزايد للدماغ لا يبدل من حجمه ولا من شكله. إن التكيف هي عملية أكثر دقة، وهي مُصَمَّمة بحيث تلائم وظيفتها. لقد أظهر عالم البيولوجيا العصبية غرينو ومعاونوه (1991)، ذلك عبر مجموعة مثيرة من الدراسات التي أجراها على الجرذ. فالتمرين البسيط الرتيب، على جهاز المشي الثابت مثلاً، يُحسِّن الدورة الدموية في المخيخ cerebellum (وهو تركيب دماغي ضالع في أمر التحكم الحركي والتنسيق). والأمر الأدعى للاهتمام، أن إغناء بيئة الجرذ بما يستدعي تطبيق مهارات متنوعة (كالوصول إلى مصدر الغذاء، مثلاً) ينتج عنه زيادة في عدد نقاط التشابك العصبي في المخيخ. وبعبارة أخرى، إن استخدام المخيخ يُحدث تعديلاً في داراته. ولا يجد المرء مناصاً من التوصل للاستنتاج أن مخيخ عازف الكمان،

اسحق شتيرن، لا بد وأن تكون توصيلات الدارات فيه مختلفة عن التوصيلات الموجودة في مخيخ لاعب كرة القدم البرازيلي بيليه. وكما يقول أدولف: إن الموسيقى هي التي تصوغ الموسيقي.

إن الاستقراء بدءاً من هذه النقطة وصولاً إلى الإبداع لا يتطلب تغييراً كثيراً في المعتقدات. فالدماغ الذي تم تحريض مَقْدِراتِه التخيُّلية منذ عمر مبكر تظهر فيه، على الأرجح، مناطق في القشرة الدماغية ترتبط ببعضها بأسلوب مختلف، كما أنه يكون أكثر غنى بوصلات التشابك العصبي، وأكثر إبداعاً من الدماغ الذي نما في بيئة تتسم بالحرمان والافتقار للمحرِّضات، هذا إذا افترضنا أن كلا الدماغين مزوَّد بالمورِّثات المؤاتية نفسها. إن المورِّثات تتحكم في المخطط الأساسي لمجموعة الدارات الدماغية، واستخدام هذه الدارات يصقل وظيفتها ويقويها. وعند هذه النقطة تلتقي مقولات غالر وغاردنر وبفننغر. وكما يقول بفننغر، فإن علم دراسة الجملة العصبية يفسر ملاحظات غالر بخصوص التأثيرات التي يتركها الحرمان في فترة الطفولة على الذكاء والسلوك، ويهيئ الأسباب لما توصل إليه غاردنر من أن البيئة التي توفر الرعاية والتحريض كان لها دور بالغ الأهمية في نمو المبدعين العظام. إذاً فالطبيعة والرعاية لا تُلغيان بعضهما بعضاً. والواقع أن المحرّضات البيئية ضرورية من أجل الاستفادة إلى الحد الأقصى من المواهب الموروثة للإنسان.

الإدراك والخيال والعقلانية والعاطفة وعلم الدماغ الحديث

يقول غونتر ستينت، «خلال العملية السابقة للوعي التي يجري فيها تحويل المعطيات الحسية الأولية، خطوة فخطوة، إلى تراكيب بنيوية، لا بد وأن تُفْقَد بعضُ المعطيات، لأن إيجاد التراكيب أو التعرُّف إلى الأشكال patterns، لا يعدو أن يكون إتلافاً انتقائياً للمعطيات. إن العقل يقوم بخلق الشكل من تلك الكتلة من المعطيات الحسيِّة عن طريق التخلُّص من بعض المعطيات. وفي نهاية الأمر فإن ما يتبقى من المعطيات يشكِّل التركيبة البنيوية التي يدرك العقل من خلالها أمراً ذا مغزى». يتوصل تشارلز ستيڤنز إلى النتيجة نفسها وذلك عن طريق معرفة الكيفية التي يقوم الدماغ بواسطتها بمعالجة المعلومات البصرية لا عن طريق المجادلات الفلسفية. فبالنظر للطريقة التي ترتبط بها أجزاء المنظومة البصرية، تقوم أدمغتنا باختيار عناصر محددة مما تراه العينان، خطوطاً أو لوناً أو صوراً كعناصر وجه ما مثلاً. ويمضي أنطونيو داماسيو إلى أبعد من ذلك في مجال وظيفة الدماغ، فهو ينطلق من مسألة التعرف إلى الصور والرموز وصولاً إلى مسألة الخيال والاستجابة العاطفية. إن دمج أفكار كلٍ من ستينت وستيڤنز وداماسيو يجعل بالإمكان الانتقال من نظرية المعرفة epistemology إلى العلم الطبيعي الخاص بإدراك الشكل والتجربة الجمالية والخيال. والخطوات التي تساعدنا في ذلك الانتقال هي التطورات الأخيرة في علم دراسة الجملة العصبية، كما أن الأفكار الناتجة عن ذلك تُعتبر متمِّمة لمنظور الفنان.

مفاهيم النظام: التعرف إلى الرموز

إن الأعمال الفنية أو الأدبية هي أشكال من التواصل بين الكائنات البشرية، ووظيفة أي شكل من أشكال التواصل هي نقل معنى ما، وكما يقول هوفستادتر (1979) فإن المعنى يمارس تأثيراً على الذكاء بطريقة يمكن التنبؤ بها. تتألف كل أشكال التواصل بين الحيوانات أو بين الكائنات البشرية من رموز. قد تكون هذه الرموز كلماتٍ أو إيماءاتٍ أو أشكالاً أو ألواناً أو أفكاراً موسيقية. وبالنسبة لسمك أبو شوكة، المذكور سابقاً (انظر فصل بفيننغر)، فإن البطن الأحمر للذكر هو ما يشير للأنثى عن استعداده للتزاوج. أما بالنسبة للنحل، فإن «الرقص» بشكل رقم ثمانية (8) هو إعلام لبقية النحلات عن موقع مصدر للرحيق. الرقم ثمانية هنا هو الإطار العام «لِلُّغة»، بينما يشير اتجاه الرقم وسرعة الرقص والمتغيرات الأخرى إلى الاتجاه والمسافة وحجم المصدر. إن أسس تلك الأشكال من التواصل بين الحيوانات هي غرائز انتقلت بالوراثة، وليست سلوكيات مكتسَبة (انظر فصل بفيننغر). هل هناك ما يثبت أن القدرة على التعرف إلى الرموز، لدى الجنس البشري، موجودة بشكل شيفرة وراثية؟ . . .

إن معظم الرموز المستخدَمة في التواصل البشري مكتَسبٌ عن طريق التعلُّم إلا أن لغاتنا المحكية لا تُشكِّل ذلك المثال المُفْحِم عن المعرفة المكتسَبة، كما تبدو للوهلة الأولى: فرغم التنوع الكبير للُّغات البشرية، إلا أن اللغويين المعاصرين قاموا

بإيضاح بعض القواعد الأساسية (تركيب الجمل أو الصَرْف أو النحو) المشتركة بين جميع اللغات. ورغم أنه يتعيَّن علينا تعلّم أصوات ومفردات هذه اللغات إلا أنه يبدو وكأن البشر يتعرَّفون إلى القواعد الأساسية منذ عمر مبكر، مما يوحي بوجود مقدرة فطرية موروثة. ويتحدث بينكر، العالِم في علم النفس التطوري، عن «غريزة اللغة»، وهو تعبير يرمز إلى نظريته التطورية الخاصة بتطوير اللغة: فالبشر يتمتعون بمقدرة متأصِّلة تجعلهم يكْشِفون رموز معاني الكلمات ضمن سياق الرسالة التي تحملها الجملة وذلك على أساس تركيب تلك الجملة. لقد تطورت هذه المقدرة مع تطوير أدمغتنا، وبالتالي، فهي موروثة وتعتمد على الطريقة التي نُظِّمت بها دارات بعينها في القشرة الدماغية. ويتفق ذلك مع اكتشاف داماسيو أن الكلمات الدالّة على الكينونة (الأسماء) وتلك الدالّة على الأنشطة (الأفعال) تجري معالجتها في دارات متمايزة عن بعضها.

ومن المرجح أن تكون الأشكال الأخرى من التواصل، كالفنون البصرية والموسيقى، قائمة على قواعد أساسية شبيهة بقواعد اللغة، كما أنها قد تحوي رموزاً يُشكِّل التعرف إليها سمة موروثة لدى البشر. وقد أشار كل من ستيڤنز وداماسيو إلى أهمية عناصر الوجه في التواصل البشري وفي الفن. فالمقدرة على التعرف إلى قسمات الوجه وتعابيره، وهي المقدرة التي تُعتبر ضرورية ضمن بنيتنا الاجتماعية والتي تبدأ بعد الولادة مباشرة، ربما كان قد تم اصطفاؤها وراثياً لأنها تُسْبغ على من

يتمتعون بها ميزة واضحة. وقد ظهرت الرموز الأخرى على نحو مستقل، في حضارات لا رابط بينها، مما دعا الطبيب النفسي س. ج. يونغ لوضع نظرية «اللاوعي الجَمْعي» collective unconscious و«نماذجه الأصلية» archetypes. والفكرة العامة لدى يونغ هي أن الرموز الدينية أو الأسطورية المتشابهة قد ظهرت في تصوراتِ الثقافات المتنوعة لأن هذه الرموز كانت كامنة في أعماق النفس البشرية.

قدم ستيفنز مثال عصبونات محدَّدة في القشرة الدماغية تستجيب بشكل انتقائي لعملية التعرف إلى قسمات معينة في الوجه، كالفم مثلاً. وقد تكون هناك عصبونات أخرى في الدماغ البشري تستجيب بشكل انتقائي لأسلوب تمثيل presentation رموز أو صور معينة، وهذا يعني أن عملية معالجة المعطيات في الدماغ والمجموعة المتعلقة بها من دارات العصبونات قد نُظِّمت بحيث تجعل رموزاً محددة قادرة على استثارة استجابة بعينها. (انظر الفصل الخاص بداماسيو). وما من شك أن ذلك يُغري بالاستنتاج أن مسألة تعرُّف دارات عصبونية محدَّدة إلى رموز كهذه ـ الدائرة، مثلاً، أو الهرم أو رمز الكون عند الهندوس mandala أو الصليب أو الشكل اللولبي أو العين ـ هو مقدرة كامنة بشكل شيفرة وراثية، مثلها كمثل غريزة الحيوان. ومن شأن الرموز، في هذه الحالة، أن تشكِّل جزءاً من الصور التمثيلية المتوزِّعة dispositional representations الفطرية. هل يشكِّل ذلك الأساسَ الجيني

للاوعي الجَمْعي؟.. إن وجهة نظر ستيفنز توحي بقوة أن الأعمال التي تضم رموزاً كهذه يجري فهم معانيها والتعرُّف إليها من قِبَل القشرة الدماغية بشكل خاص ويعود ذلك إلى تصميم هذه القشرة (أي تركيب ووظيفة مجموعة داراتها). لماذا تكون رموز، أو مجموعة متوافقة من الرموز، بعينها قادرة على استثارة استجابات أقوى من غيرها بكثير، وهي ظاهرة نلحظها في الفن كما في العلم؟... ولكي نحاول فهم هذه النقطة، علينا أولاً أن نطرح السؤال الآتي: ما هي المظاهر المشتركة بين مجموعات الرموز، التي تستثير الأحاسيس بشكل خاص، في الفن وفي العلم؟...

النظام والتجريد في الفكر العلمي

> يجد معظم الناس أن الوفرة العشوائية في الطبيعة تشكِّل مصدر بهجة عارمة، بل ومبعث شعور روحي عميق، بحيث يبدو من البداهة الواضحة القول بوجود نظام يثير في النفس القوة والحيوية، بل ويثير الشعور الصوفي، في تلك الأشكال، التي لا تكف عن التغير، للأمواج لدى تكسرها على صخور الشاطئ، وفي طيور السنونو في أمسية صيفية، وفي الطقس. ومع ذلك، قام العلماء، لقرون عدة برفض فكرة النظام المنطقي هذه. ظل موقفهم هذا، ولمدة طويلة من الزمن، يُعتبر تفكيراً عقلانياً سليماً. لقد كانت المهمة التقليدية للعلم هي تبسيط الطبيعة وكشف المنطق الكامن في أساسها، ومن ثم استخدام هذا المنطق للتحكم فيها.

جون بريغز، 1992

في أي مشهد يصور فجراً ريفياً نرى ديكة تصيح ونوراً

يبزغ من جهة الشرق لدى طلوع الشمس. هناك ترابط زمني يجمع بين هذه المشاهد. هل تشرق الشمس بسبب صياح الديكة؟. . . لا بالطبع. لقد أثبت كل من كوبيرنيكوس وغاليليو أن دورة النهار/الليل تعتمد على دوران الأرض. وهكذا، تقوم الأعمال العلمية بكشف العلاقات السببية بين مختلف الظواهر الطبيعية وبالتالي فهي توجِدُ نظاماً متناسقاً.

ينطوي الكون على عدة مستويات من التنظيم: المنظومات الشمسية وكواكبها، المنظومات البيئية التي تشكل موطناً للبشر والحيوانات والنباتات، والمخلوقات الحية المؤلفة من أعضاء، ونرى في نهاية المطاف، الخلايا والذرات وجسيمات ما دون الذرة. تقوم العلوم الطبيعية بوصف القوانين التي تربط ما بين المستويات المختلفة للتنظيم والتي تَحْكُمُ التنظيم عند كل مستوى. والتفاعل بين مجموعة معينة من الوحدات الأصغر يفسر الكثير من خصائص الوحدة الأعلى التالية. إن العمل العلمي الإبداعي يقدم افتراضاً مبتكراً يتعلق بهذه العلاقات كما يضم مجموعة من المعطيات التي تدعم هذا الافتراض. ونحن نطلق صفة الجمال أو الأناقة على عمل علمي بعينه عندما تكون نتائجه واضحة وغير متوقعة، وعندما تعمل نظرية بسيطة على إلقاء الضوء على مجال عريض من الظواهر.

أوضح ستينت أن العالِم الطبيعي يعمل عادة عالَم أكثر تجريداً مما هو مُفترض بشكل عام: فالبروتين قد «يُنظرً» إليه على أنه شريط من صباغ في صفيحة هلامية استُخدمت لعزله،

والمنحنى البياني الذي يسجل تعداد النشاط الإشعاعي، قد يُمثّل نشاط أنزيم ما، والمجموعة المعقدة من نقاط الذروة في مخطط ما قد تضم معطيات تتعلق بالتركيب الثلاثي الأبعاد لجزيء. وحتى عندما يجري تجميع كل المعطيات المتعلقة بوحدة تنظيمية معينة في العالم الخارجي، وتوليف هذه المعطيات مع بعضها، فإننا لا نستطيع رؤيتها، وكل ما يمكننا هو تصوُّرها بشكلٍ مفهوم. نحن لا نرى هذه الوحدة كما هي موجودة بالفعل، كشيء مركّب من وحدات أصغر فأصغر، لنصل في نهاية المطاف إلى عدد لا يحصى من الذرات التي تتبع قوانين الكيمياء والفيزياء. نقوم، بدل ذلك، بحذف بعض المعطيات بشكل انتقائي وننظر إلى كل وحدة كمنظومة، كتجريد. وبعبارة أخرى، نحن نتصور الكون كمجموعة بالغة التعقيد من التجريدات المتداخلة. ويعتبر ذلك، من حيث الجوهر، امتداداً للواقعية البنيوية، وهي وجهة النظر الفلسفية التي تعود بجذورها إلى مؤلفاتِ كانت Kant، وكما أوضح ستينت، فإن القائلين بالبنيوية يرون الحقيقة «مجموعة من التحولات البنيوية المجرَّدة عن العالم الظاهراتي».

هل هناك نظام كَسْري في هذه المنظومات المتداخلة؟. . .
لقد بيّن مانديلبروت أن القواعد الكَسْرية تنطبق على عدة ظواهر طبيعية، مثل بُنْية سلسلة جبلية أو ثمرة القرنبيط أو رقاقات الثلج. لكن إثبات ذلك يُعتبر أكثر صعوبة في ما يتعلق بالبُنْية المنطقية للكون، التي جرت مناقشتها هنا. ومع ذلك، فإن

الترتيب المتداخل للمنظومات والمنظومات الأصغر الذي يتكرر مرة بعد أخرى هو شكلٌ كَسْري بحد ذاته. لنحاول الآن التفكير في عالَم - أو في مجرد خلية ضمن عضوية - من حيث الذرات كلاً على حدة: قد يبدو لنا الأمر في البداية عشوائياً تماماً وخالياً من أي نظام. لكن ما يثير الدهشة أن هناك نظاماً ضمن هذه الفوضى يُلاحَظ عند كل مستوى، وبإمكان العقل البشري التعرُّف إلى هذا النظام.

الفوضى Chaos

ڤالنتين... إن المعطيات الواقعية تسودها الفوضى. هناك ألف فدان من المستنقعات تعيش فيها طيور الطيهوج، وقد عاشت فيها دائماً حتى سنة 1930 تقريباً. ولكن ما من أحد قام بإحصاء تلك الطيور. كانوا يصيدونها، بالإمكان إذاً إحصاء الطيور التي اصطادوها. لكن حرق أعشاب الأرض البور يتدخل هنا، فهو يُحسِّن المقادير المتوفرة من الغذاء. وإذا كانت السنة مؤاتية بالنسبة للثعالب فهي تتدخل أيضاً بطريقة أخرى، فالثعالب تأكل الفراخ. وهناك الطقس. إن الأمور مختلطة وصاخبة هناك، ومن الصعب استجلاء الأمور. ولكن... إن ما هو مُقرَّر سلفاً وما هو غير متوقَّع يتكشفان سوية لجعل كل شيء على ما هو عليه. إنها الكيفية التي تقوم الطبيعة بواسطتها بتجديد نفسها عند كل درجة من المقياس، من رقاقات الثلج وحتى العاصفة الثلجية. إن ذلك يشعرني بسعادة غامرة. أن أعود إلى نقطة البداية ثانية، حيث لا أكاد أعرف شيئاً.

توم ستوپارد، أركاديا، (1993)

راقب جدولاً يجري وستكتشف وجود بقع من المياه المتدفقة بهدوء تحيطها دوامات وتيارات دوارة قد تبقى في

مكانها أو قد تظهر وتختفي بشكل دَوْريّ. وفجأة تتحرك بضع حصيات ليعقب ذلك اضطراب تام. ولكن بعد برهة وجيزة، يظهر للعيان شكل جديد ثابت من الدوامات. ويمكنك أيضاً أن تراقب مجيء وذهاب تيارات دوارة من الغبار في باحة منزلك الخلفية في يوم عاصف، أو صورة إعصار يبثها إلى الأرض قمر صناعي خاص بالطقس. إنها جميعاً تراكيب ذات تماثل ذاتي ولَّدَتْها تيارات هوائية ولا يميزها عن بعضها سوى درجة مقياسها.

لقد ناقش مانديلبروت تلك الظواهر لكنه لم يتعرض لذكر نظرية الفوضى. لا شك أن الأشكال الكَسْرية قدمت الرياضيات اللازمة لوصف الأشكال في تلك المنظومات التي تبدو ظاهرياً وكأنها فوضوية. وهكذا، فإن التنظيم الكسري في الطبيعة يتجاوز الأشكال forms الواضحة، مثل زهيرات القرنبيط ورقاقات الثلج، ليتغلغل في الكون عند كل درجات المقياس. وكما شرح فالنتين لِحَنّا في أركاديا، فإن الطبيعة الواقعية تسودها الفوضى الشديدة. فالأجسام المتحركة تواجَه بالاحتكاك، والطاقة تُفْقَد لتتحول إلى حرارة، والسوائل والغازات تتحرك عادة بشكل دفق دوامي (أي بشكل غير خطي)، وعندما تستمتع الثعالب بالتهام طيور الطيهوج وبالتالي تستنفذ مخزونها من الغذاء تواجه أوقاتاً عصيبة، وتتقلص أعدادها إلى أن تعود أعداد الطيور إلى سابق عهدها. لكن هناك أمراً آخر لا يقل أهمية: صحيح أن الطيهوج يُقتَل ويجري التهامه إذا ما اعترض طريق

الثعلب، لكن أي شيء، مهما كان بسيطاً، يمكن له أن يصرف انتباه الثعلب، حفيف أوراق الشجر حوله مثلاً، قد يهيئ للطيهوج سبيل النجاة.

إن إحدى الوسائل لجعل المهمة طيّعة هي النظر إلى العالم بمنظار العلم. وعندما نفعل ذلك، نلاحظ أن الشكل الأساسي يتسم بالتعقيد النابع من قواعد بسيطة ومن نظام أولي ومن تكرار حدوث الصدفة مرة تلو الأخرى، وفي ما يتعلق بالكون ككل، فإن القوانين الأساسية للفيزياء تشكّل تلك القواعد البسيطة.

م. جيل . مان، 1995

إن نظرية الفوضى (أو «الديناميكيات اللاخطية») تتعامل مع ديناميكيات تحفل بأعداد كبيرة من الكينونات التي تبدو ظاهرياً وكأنها عشوائية، كالجزيئات، مثلاً، أو الناس أو الأجرام السماوية (أي ما يدعى بالمنظومات الديناميكية)، وهي المادة التي صُنعت منها الطبيعة في واقع الأمر، لا مع المنظومات البسيطة التي تصفها فيزياء نيوتن وتسبغ عليها شكلاً مثالياً. وعندما قام غاليليو ونيوتن بعزل الظواهر الميكانيكية عما يحيط بها من تشويش (انظر الفصل الخاص بماندیلبروت)، فإنهما قد بسّطا تلك الظواهر إلى درجة أن المبادئ الجوهرية الكامنة في أساسها أصبحت عرضة للتحليل. وقد مكّنهما هذا من كشف العلاقات (الخطية) التي تصف تلك المبادئ. تطور أسلوب البحث هذا إلى الاختزالية reductionism، وهو المنحى الفكري القائل أن الظواهر المعقدة يمكن تفسيرها آنياً بحاصل جمع

الآليات الكامنة فيها، ويمكن تفسيرها في نهاية الأمر بقوانين الكيمياء والفيزياء. وقد كان هذا الأسلوب، بشكل عام، ناجحاً إلى حد كبير في مجال العلوم الطبيعية، كما أنه كان أمراً جوهرياً، بكل معنى الكلمة، بالنسبة للتطور الحاصل في مجال علم الأحياء في القرن العشرين. والواقع أن جميع التطورات الحاصلة في مجال علم الأحياء، حتى الماضي القريب، قد بُنِيَتْ، بشكل جوهري، على أساس التفكير الاختزالي. لكن ذلك لا يمكن له، على أية حال، أن يفسر تلك الصورة، التي كثيراً ما تَرِدُ على سبيل الاستشهاد، أن فراشة ترفرف بجناحيها في حوض الأمازون قد تؤثر على الطقس في أمريكا الشمالية بعد ذلك بشهرين.

وفي عالم الواقع، تشكل الظواهر الطبيعية منظومات تترابط في ما بينها بشكل معقد تحددها أعدادٌ كبيرة من المتغيرات parameters، وتتأثر تلك الظواهر المذكورة بحدوث تغييرات جد طفيفة في هذه المتغيرات. إن «المنظومات الديناميكية» من هذا النوع تتصرف بأسلوب لاخطيّ بشكل يبدو غير متوقع على الإطلاق ولا يستجيب للتحليل الرياضي العادي. وبعبارة أخرى، نحن بحاجة لنظرية الفوضى Chaos Theory لتفسير الطبيعة. إن نظرية الفوضى، بالاشتراك مع الرياضيات الكَسْرية، قد أحدثت ثورة في مجال العلم كونها بدأت بوصف ظواهر طبيعية استعصت على المعالجة بالأسلوب الاختزالي. وإذا عدنا للحديث عن مفهومنا حول الكون أنه «مجموعة من التجريدات

المتداخلة»، نرى أن الأشكال الكَسْرية لا تَمُدُّنا فقط بشكل تنظيمي كامل للمنظومات المتداخلة، بل إنها تقوم أيضاً بوصف التفاعلات اللاخطية المعقدة عند كل مستوى تنظيمي. إن التعامل ببراعة مع تلك التجريدات، وتقصّي التفاعلات بين تلك المنظومات المتداخلة، ودراسة النظام order الكامن فيها وتحليل الأسباب التي تَحْكُم هذا النظام الذي يتوارى خلف الفوضى، إن كل ذلك هو ما يميز العمل العلمي الإبداعي. ويبدو كما لو أن العالِم مأخوذ بسحر هذا النظام الكَسْري المراوغ المتواري عن الأنظار في كل بقعة من بقاع الكون.

قام كل من ديڤيد روجرز وهوارد غاردنر بمناقشة الأشكال غير التقليدية من الإبداع، مثل الإدارة الناجحة لمنظمات كبرى ذات تركيب معقد. إن تلك المنظمات، التي تضم أعداداً كبيرة من الناس، هي منظومات ديناميكية، وقيادة مثل تلك المنظمات يستوجب، على الأقل، معرفة حدسية بالديناميكيات اللاخطية: فسوء تفاهم بسيط بين موظَّفَينْ يُفضي إلى عراك قد يؤدي إلى تدمير فرع بكامله من فروع المنظمة. كما يتطلب الأمر أيضاً التحلي برؤيا تتعلق بالتركيب التنظيمي، وهو تركيب مؤلف من منظومات ـ ومنظومات فرعية ـ متداخلة. إن القيادي المُبدع، شأنُه شأنَ العالِم، هو شخص يتعبَّد عند مذبح النظام الكسري.

الرموز والنظام في الفن

تقول جيلو: «أرسل پيكاسو طبقاً من الكرز إلى مائدتنا.

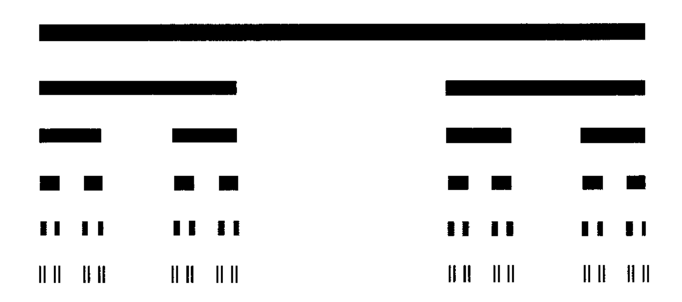
كانت تلك هي الطريقة التي قدّم نفسه بها. . . أصبحت ثمار الكرز رمزاً في رسومه، وإلى جانب الكرز، ثلاثة أقداح». تناقش جيلو الرموز بإسهاب. الدائرة تشير إلى الحركة، فهي تدور، الخط الأفقي في وضع راحة، وإذا كان الخط مائلاً أو متعرجاً، فهو في حالة نشاط مفرط. كما تصف جيلو صراع الفنان مع كيفية وضع رموز كهذه على لوحة الرسم: أي وضع الرمز ضمن سياق. فهل هناك منظومة تحكم الترتيب ضمن ذلك السياق؟. . .

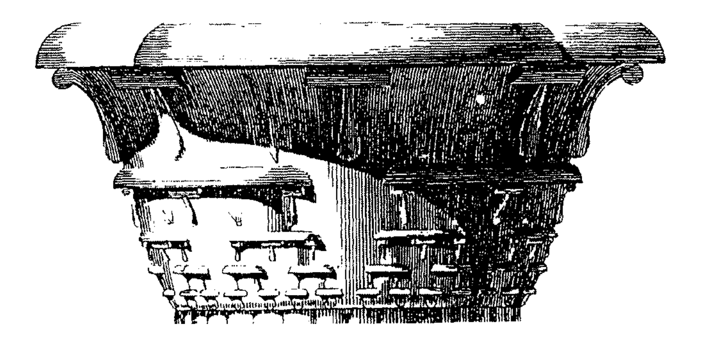
يتعامل المؤلف الموسيقي أدولف مع رموز موسيقية، مع فواصل لحنية متناغمة ومتنافرة، مع تعاقبٍ متآلف وإيقاع. وهو لكي يبدع عملاً فنياً، يقوم بوضع فكرة موسيقية، مؤلفة من رموز كهذه، ضمن سياق أو ضمن تركيبة. ويُبدي أدولف ملاحظة مفادها أن المتتالية الموسيقية fugue هي «شيء كَسْري لأن تركيبها يتميز بالتماثل الذاتي من جميع جوانبه». كما يلفت أنظارنا إلى التماثل الموجود بين صور مانديلبروت الكَسْرية وزجاج ديل تشيهولي المتعدد الألوان. إن هذا التماثل يلفت النظر بشكل خاص نظراً للعفوية التي تتطلبها عملية تشكيل تلك الوسيلة الساخنة ـ الأمر الذي يجعل معظم المنحوتات الزجاجية ذات طبيعة بدهية إلى حد كبير. فهذه المنحوتات تتوصل إلى «الفكرة في حالة سيولة»، كما يقول تشيهولي. ومما يثير الدهشة، أنه يبدو كما لو أن هناك صلة قائمة ما بين هذا الشكل الفني البَدَهي إلى حد كبير، وبين النظام الكَسْري الذي تحدِّدُه

معادلة رياضية. ويقول أدولف: «وهذا هو ما جعل مبدأ مانديلبروت الكَسْري يثير في نفسي قلقاً عميقاً. ربما كان كلُّ شيء يجري على هذا النسق».

إذاً، هل الفن شيء كسري أو هل يتسم، على الأقل، بالتماثل الذاتي؟ . . . إن التماثل الذاتي هو خاصية تَسِمُ «التقسيم الذهبي» golden section، على سبيل المثال، وهو يقسم خطاً يبلغ طوله أ إلى جزءين، ب وج، بحيث يكون أ/ ج = ج/ ب. ويمكن تقسيم كل جزء إلى أجزاء أصغر فأصغر إلى ما لانهاية وذلك وفقاً للقاعدة نفسها التي تولِّد تركيباً على درجة عالية من التماثل الذاتي. إن النِسَبَ التي تم إيجادها على هذا النحو، وكذلك نِسَبَ «المستطيل الذهبي» حيث الضلع C´ يساوي C، قد استُخدمت على نطاق واسع في الفن وفي العمارة منذ مئات السنين. إن الناس يجدون هذه النسب مدعاة للرضى. وهناك تركيب آخر يتصف بالتماثل الذاتي وهو اللولب اللوغاريتمي logarithmic spiral، الذي يُستخدم كرمز في ثقافات كثيرة مختلفة. إذا تجاوزنا الهندسة الإقليدية، نرى أن الأشكال الكسرية موجودة بوفرة في فنون ثقافات متنوعة وعصور مختلفة. هناك، مثلاً، صور كَسْرية في الفن الأفريقي تعود إلى ما قبل سنة 1877 بوقت طويل، أي عندما قدّم جورج كانتور (1845 ـ 1918) أول شكل كَسْري.

يضم تقرير فوريير عن حملة نابوليون على مصر رسماً لشكل كَسْري قديم موجود على تاج عمود معبد مصري (الشكل 5 ـ 1،





الشكل 5 ـ 1 مراحل عدة من تركيب ذي شكل كَسْري شديد البساطة، يدعى «Cantor dust» (في الأعلى). رسم لتاج عمود فرعوني (في الأسفل) ظهر لأول مرة في تقرير وضعه جوزيف فوريير (1768 ـ 1830) عن حملة نابوليون على مصر (1821) وقام ر. إيغلاش بلفت الأنظار إليه. يحمل التاج تصميم زهرة اللوتس يُنذر بالتحول إلى شكل كانتوري إذا استمر إلى ما لا نهاية، كما قال مانديلبروت. (مأخوذ من إيغلاش، 1999)

إيغلاش، 1999). وفي مجال الموسيقى، قام أدولف وآخرون بمعالجة قضية التركيب الكسري للكثير من المؤلفات. وتبدو الأعمال الفنية كما لو أنها تشترك مع الطبيعة، بطريقة تجريدية، في مبدأ نظام يتبع قواعد التماثل الذاتي و/أو الهندسة الكَسْرية. غير أن الشخص الذي يصغي أو ينظر بانتباه لا حاجة به لإدراك

المفهوم الكَسْري لكي يستمتع بالموسيقى أو باللوحة أو بالمنحوتة الزجاجية. وحتى لو لم يكن قد سبق لنا وسمعنا بالأشكال الكسرية، فإننا نتعرف إليها بشكل ما على أنها تتميز، كأشكال هندسية، عن العشوائية أو عن أشكال إقليدس.

في الفن التجريدي، ينتفي العنصر اللغوي، ويغدو من الصعب التعرف إلى النظام. وعندما يقوم مانديلبروت بمناقشة العلاقة ما بين الفن التجريدي والأشكال الكسرية، يذكر اسم رسام سويسري مغمور يدعى أوغستو جياكوميتي. ولنا أن نكون على يقين من أن جياكوميتي لم يسمع أبداً عن الأشكال الكَسْرية. لكن فكرته القائمة على تحليل الشكل الطبيعي إلى عناصر متكررة تأخذ شكلاً منتظماً باطراد ـ لتصل في حدها الأقصى إلى مجرد بقع لونية ذات أحجام مختلفة ـ وعلى الاستمرارية التي تكاد لا تنتهي، في لوحاته، هذه الفكرة تحمل كل المظاهر التي تُميِّز التنظيم الكَسْري. كان جياكوميتي ينظر إلى كل واحدة من لوحاته التجريدية على أنها جزء واحد فقط من كلٍّ أكبر متنام: حاولْ أن تحجب أجزاء مختلفة من الصورة وسوف تجد التماثل الذاتي عند درجات مختلفة من المقياس. قد تبدو اللوحات عشوائية، لكنها ليست كذلك.

ولد أوغستو جياكوميتي، كابن عمه النحات المعروف ألبرتو جياكوميتي، في ستامبا (سنة 1877)، وهي قرية جبلية صغيرة جنوبي شرقي سويسرا (ستوتزرووندهوفيل، 1991). قضى السنوات ما بين 1897 و1901 في باريس تلميذاً لإيوجين

غراسيه الذي كان باحثاً فنياً وزعيماً من زعماء حركة الفن الحديث. كان غراسيه ينادي أن على الفنانين أن يدرسوا ويكتشفوا المبادئ الكامنة في الأشكال الطبيعية، وأن عليهم تحويل الأشكال الطبيعية إلى جوهرها الأشبه بالزخارف. تبنّى جياكوميتي آراء غراسيه، ونرى كثيراً من أعماله تحوي أشكالاً زخرفية مكررة مأخوذة عن الطبيعة، وذلك كعنصر أسلوبي هام.

غير أن جياكوميتي لم يتوقف عند استخدام الأشكال الزخرفية، فنحو سنة 1900، بدأ يرسم تكوينات لونية تجريدية بالكامل أطلق عليها اسم: تجارب على تأثيرات اللون التجريدية والتحولات اللونية. وقد نحّى الأسلوبية جانباً أن قام بتبسيط الأشكال الطبيعية إلى أقصى حد وبالتركيز على اللون. وفي مجموعة تدعى «تهيؤات لونية» chromatic phantasies، رسمها في الفترة ما بين العامين 1910 ـ 1917، نرى العلاقة مع الأشكال الكسرية في أجلى مظاهرها. كما في لوحة «ذكرى البدائيين الإيطاليين II» (اللوحة رقم 12). نرى الأشكال الطبيعية تَبْهَتُ وتغدو ضبابية لتتحول إلى أشكال تكتسي طابع التماثل الذاتي تبدو ظاهرياً وكأنها عشوائية. هذه اللوحات تشترك مع تَجَمُّع التقطير (اللوحة رقم 13) في نظام كسري كامن في أساس كل منهما. (ظل جياكوميتي، ولمدة طويلة، لا يعرض أعماله التجريدية إلا أمام الخُلَّص من أصدقائه، ولم يُقَدَّر للأجواء الفنية أن تميَّز أهمية أعماله الطليعية إلا بعد عشر سنين أو حتى خمس عشرة سنة. إن ذلك يجعل من جياكوميتي من أوائل الرسامين التجريديين).

وعلى هذا، فإن أوغستو جياكوميتي يُمثِّل جسراً هاماً بين الفن والرسم من جهة، وبين الصور الكَسْرية، المُنفَّذة بواسطة الكومبيوتر، والرياضيات والعلوم من جهة أخرى. هل الرابطة بين هذين العالمين هي فن الأشكال الكَسْرية، أم الطبيعة الكَسْرية للفن؟. . . إن هذا يثير أيضاً السؤال بشأن دور الفنان في هذا العالم الجديد الذي بدأ يعي المفهوم الكَسْري.

إذا كان بوسع صورة كَسْرية، منفذة بواسطة الكومبيوتر، محاكاة عمل فني، ابتدعه عقل ونفَّذته يد، فلا بد من أن يشترك الإثنان ببعض الخصائص. وإذا أخذنا بتعريف ستينت للفن على أنه يحمل معه معارفَ جديدة تتعلق بعالم المشاعر الداخلي الذاتي، يصبح من الصعب البرهنة على أن الصور الكَسْرية، المنفَّذة بواسطة الكومبيوتر نتيجة معادلة رياضية، هي عمل فني. إذاً، هل تهدد الأشكالُ الكَسْريةُ الفنانَ؟. . . إن الصورة الكَسْرية والفن قد يستثيران مشاعر متماثلة تقوم على أساس تلك الخاصية المشتركة بينهما: وهي الجمال الكامن في جوهر النظام الكَسْري، الجمال الذي يتجلى بأوضح صوره في تكوينات الكثير من اللوحات كما في صور مانديلبروت. وعلى نحو ما، فإن الصورة الكَسْرية توقِع الدماغَ في أحابيلها وتجعله يعتقد أنها عمل فني. وبالتالي، فإن هذا النظام الكَسْري يستثير رد فعل لدى المُشاهِد. إن دماغ المُشاهِد يدركه ويميِّزه سواء كان هذا المُشاهِد يعرف أي شيء عن الأشكال الكَسْرية أو لايعرف وبغض النظر عما إذا كان هذا النظام قد جاء نتاج كومبيوتر أو

نتاج دماغ بشري. وبعبارة أخرى، إن النظام الكَسْري (وقد يكون في ذلك كالقواعد الأساسية لِلُّغة البشرية) يجري التعرف إليه وتمييزه من قِبَل آلية فطرية في أعماق اللاوعي، وتلك ظاهرة خارقة.

إن منظور النظام الكَسْري في الكون، بدءاً من الظواهر الطبيعية وصولاً للأعمال الفنية، يوفر الأساس للفرضية القائلة أن الأعمال الفنية والعلمية الحقيقية تنم عن وجود نظام متأصل في طبيعتها. بإمكاننا أن نطلق عليه «الجمال» في الفن و«المنطق» في العلم. وهذا يفسر السبب الذي يحمل العالِم على أن يجد إحدى الفرضيات أو مجموعة المعطيات في بحث ما، جميلة ومثيرة. أما بالنسبة للفنان، فإن توزُّع الأشكال في اللوحة أو الأفكار في السوناتا، يمكن له أن يتبع النظامُ الكَسْري. قد يكون من العسير إدراك ذلك (بشكل واعٍ) من قِبَل العين أو الأذن غير الخبيرتين، لكنه رغم ذلك، يتمتع بتأثير مُلهِم فريد.

إن الفرضية القائلة أن النظام الكسري هو عامل حاسم في الأعمال الإبداعية الملهِمة، توحي لعالِم الجملة العصبية أن الدماغ البشري، أو بعضاً من داراته، مصمَّمٌ بحيث يستطيع كشف وجود النظام الكسري. وإذا كانت تلك الدارات موجودة بالفعل، فلماذا تطورت أصلاً؟ . . . إن إمكانية التمييز والتجريد من الأشكال الكسرية في الطبيعة، كأنواعٍ محددة من الأشجار أو الغيوم مثلاً، يمكن لها أن تكون قد شكَّلت خطوة تطورية مفيدة

بالغة الأهمية. وفي ما يتعلق بإنسان العصر الحديث، فإن المقدرة الفطرية، المُفتَرضة، على الاستجابة للنظام الكَسْري قد تلعب دوراً حاسماً في التجربة الجمالية.

هل ينبغي أن تكون موتزارت لكي تستمتع بأعمال موتزارت؟...

إن إحدى الخطوات التي تقودنا إلى فهم تجربة الجمهور المُتَلقي لعمل فني ما، هي فهم الدور الذي يلعبه المُؤَدّي performer. وفي ما يتعلق بالفنون التي تعتمد على الأداء، فإن نَقْل الرسالة التي يحملها العمل إلى المُشاهِد يجري عبر وسيط لا يكون عادة هو مُبدع العمل. هل كان ي. مينوحين فناناً مبدعاً أم أنه كان مجرد حِرَفيٍّ بارع؟... لا شك أن ذلك يشكل مبعث قلق كبير للمؤلف الموسيقي أدولف، فالمؤدي يجب أن يكون قادراً، بالحد الأدنى، على أن يبعث من جديد ما رمى إليه المبدع. إنه قد لا يتمكَّن من القيام، بكل دقة، بِبَعْثِ الموسيقى الآتية من أعماق المؤلف، لكن عزفه، في كلتا الحالتين، يجب أن يحمل رسالة قوية. ولدى أدولف قناعة راسخة أن المؤدي هو فنان يسهم بشكل إبداعي في العمل كما يسمعه/ أو يراه الناس في تلك اللحظة المعينة. ويسري ذلك أيضاً على أعضاء فريق عمل إبداعي، كما هو حال المجموعة التي تعمل مع تشيهولي ـ وكثيرٌ منهم فنانو زجاج ذائعو الصيت لهم حياتهم العملية المستقلة ـ التي تقوم بتحويل رؤياه إلى منحوتة زجاجية. وهنا تبهت وتتلاشى الاختلافات بين المبدع

وبين من يعاونه أو من يؤدي أعماله وينقل معانيها.

وماذا عن المُتَلقّي؟ . . . ينبغي للمستمع، أو للمشاهد أو القارئ، أن يبعث في ذهنه، بطريقة ما وبشكل جزئي على الأقل، ما كان قد حدث في ذهن المبدع الأصلي. وعندها، قد تستثير لديه جماليةُ أو منطقُ العمل الإبداعي استجابةً عاطفيةً. في 14 تشرين الأول/أكتوبر سنة 1771، كتب غوته بمناسبة يوم شكسبير: «إننا نكرِّم اليوم ذكرى أعظم الهائمين وبالتالي فنحن نكرِّم أنفسنا. إن الإنجازات التي نتمكن من تقديرها، إنما نحمل بذورها في ذواتنا».

هل ينبغي أن تكون فناناً كي تعود وتحيا تجربةَ الفنان؟ . . . قد يصدُق هذا إلى حد ما: هنا يتطلب الأمر من المرء مقدرة على إعادة تشكيل العمل داخل ذهنه، فنحن نحمل البذرة ضمن ذواتنا. غير أن من الواضح أنه لا يتعين عليك أن تكون موتزارت لكي تستمتع بنتاج عبقريته المبدعة. ومما يثير الاهتمام أن هناك كثيرين ممن يمكنهم أن يميزوا، بطريقة ما بين الموسيقى «الجيدة» والموسيقى «الرديئة» أو الموسيقى «السخيفة». والواقع أن من يقوم بإضفاء الشرعية على العمل الفني هو المجال الفني والمجتمع (انظر فصل غاردنر)، أي أشخاص لا ترقى مقدراتهم الإبداعية إلى مستوى مقدرات مبدع العمل. إن المتلقي أيضاً يساهم في العمل الفني، بكل ما في الكلمة من معنى. فبرأي جيلو أن المُشاهِد والمجتمع يصوغان العمل الفني ضمن سياق تجاربهما الخاصة وثقافتهما

وتاريخهما. ولنتذكر سؤال غاردنر: «أين يكمن الإبداع؟...» ويبدو أن غوته كان مصيباً: فالجمهور المتلقي، الذي يتمكن عمل فني ما من الوصول إليه، قد لا يكون قادراً على إبداع العمل «من جديد»، لكنه لا بد وأن يكون قادراً على أن يُعيد في ذهنه خلقَ أجزاء من العمل، على الأقل.

هل ينطبق الشيء ذاته على العلم؟... إن أي جمهور مثقف قد يفهم مضمون عمل علمي، ولكن، لكي يتم تقدير الطبيعة الإبداعية لهذا العمل، ينبغي للقارئ أن يبعث في ذهنه من جديد تلك المناقشات والاستنتاجات الرائعة التي يقدمها المؤلف، وهذا كفيل باستثارة استجابة. ولا ينبغي الظن أن ردود فعل كهذه تُعتبر غريبة عن العالِم الذي يُفترض به أن يكون هادئاً وعقلانياً. إن العالِم غالباً ما يتجاوب بشكل عاطفي مع إحدى أفكاره إذا كان يعتقد أنها مبتكرة ومبدعة بشكل خاص، كما أن هناك كثير من العلماء ممن يتجاوبون بشكل عاطفي لا يقل قوة لدى سماعهم أحد زملائهم من العلماء وهو يعرض عليهم مجموعة بالغة الروعة من التجارب ذات النتائج المثيرة، أو مجموعة من المعطيات أو التجارب التي يعتبرونها مغلوطة إلى حد كبير. إذاً، في العلم ـ كما في الفن ـ المُتلَقّي الذي يصل إليه العمل الإبداعي إنما يحمل البذرة ضمن ذاته.

التجربة الجمالية ودارة الجسم body loop

يقول ستينت أنه «عند النهاية الموسيقية للسلسلة المتصلة، حيث لا يمكن لِلُّغة أن تتناسب مع الرمزية» تُخفق الأوصاف

الكلامية. وبالفعل، فقد شعر أدولف، في كتابه الأخير، أنه كان مُجبرَاً على استخدام الشعر للتعبير عن أفكاره المتعلقة بالموسيقى. ولكن كيف تصل لغة الفنان إلى الجمهور المتلقي؟... إن كلاً من جيلو وأدولف يركِّزان في مناقشتهما على التجارب الشخصية للفنان. لكن أدولف، لدى قيامه بوصف الوسائل المستخدمة في التأليف، يقوم أيضاً بمعالجة مسألة الكيفية التي يصوغ بواسطتها الأصوات المجرَّدة بغية استثارة استجابة بعينها. قد يقدم لنا ذلك بعض المفاتيح لجلاء الغموض. يقول أدولف: «هناك إمكانية أن يكون لديك... لحن بديع... وعندما تضع له سياقاً أو بنية، تحصل عندها على شكل فني». كما يبيّن كيف أن صوت لحن ما أو فكرة موسيقية قد يبدو ـ أو قد يتم إدراكه ـ بشكلٍ شديد الاختلاف ضمن أجواء نغمية tonal مختلفة، وكيف أن المتتالية المتناغمة والإيقاع بإمكانهما إحداث المزيد من التغيير في مزاج الموسيقى وفي لونها ونكهتها. فاستجابة المستمع، مثلاً، تكون جَدُّ مختلفة إذا تبدَّت فكرةٌ موسيقية ما ضمن سياق متناغم أو ضمن آخر متنافر. جاء في قاموس هارڤارد للموسيقى: «في الموسيقى النغمية الغربية، الفواصل المتناغمة (الدرجات المزدوجة pairs of pitches) هي تلك التي يمكن التعامل معها على أنها متوازنة لا حاجة بها لأن تُضبط resolution. أما الفواصل المتنافرة فهي تلك المُعتَبرة خالية من التوازن وبحاجة لأن تُضبط لتصبح متناغمة». إن هذه الاعتبارات المتعلقة بالفواصل النغمية تنطبق

على الأصوات المتزامنة أو على الأصوات المتتالية. لا شك أن هذا الشرح لا يُعتبر تعريفاً علمياً، لكنه يشير إلى أن الدماغ البشري يعي التوتر الكامن في التنافر. إن الكيفية التي يُمْكِن بها استخدام التنافر كوسيلة للتواصل أو كرمز، تتبدى بشكل واضح في أوبرا ڤاغنر، تريستان وإيزولد، التي تستثير الأحاسيس. ففي الأسطورة القديمة، التي وُضعت الأوبرا على أساسها، نرى البطل تريستان والعروس المقبلة لملكه، إيزولد، يشربان، دونما قصد، جرعة الحب ويقعان تحت سحر عشق طاغٍ. ولدى انكشاف علاقتهما المحرَّمة، يصاب تريستان بجرح مميت على يد أحد رجال البلاط ويؤخذ إلى أرض بعيدة. تنتهي الأوبرا باللحن الشهير liebestod، وذلك عندما تصل إيزولد إلى المكان الذي كان تريستان يعاني سكرات الموت فيه، لقد تَبِعَتْه عن طريق تقمص شكل آخر لتتحد معه بالحب وبالموت إلى الأبد.

من الناحية الموسيقية، تتضمن الأوبرا إشارات لا تحصى إلى ظروف وعلاقات محدَّدة، وذلك بشكل أجزاء موسيقية أو «أفكار مهيمنة متكررة» leitmotives، أوضَحُها أفكار «الحنين» و«ومضة الحب» وliebestod. لكن هذه الأفكار تتغير باستمرار بحيث تعكس الموقف والتطور الدرامي وكثيراً ما تظهر ضمن سياق نغمي متنافر، ولا تبرز فكرة liebestod، بصورتها الخالصة حتى نهاية العمل الذي يستمر لأربع ساعات، ويتصاعد التوتر ترقباً لضبط الموسيقى ضمن نغمية متوافقة وانتظاراً للحل الدرامي في liebestod.

لقد حرر ڤاغنر نفسه من إسار القيود النغمة (الدياتونية) diatonic التقليدية. يقول علماء الموسيقى (انظر ڤون ويسترن هاغن، 1956)، أمثال أرنولد شونبرغ وألفرد لورينز، إن أوبرا تريستان تبدأ بلحن من مقام A مينور، لكن النغم المميَّز، أي الثالوث النغمي، لا يُسمع أبداً وتنتهي الأوبرا بلحن من مقام B ميجور. وبين بداية الأوبرا ونهايتها يتبدل المقام باستمرار، مما يجعل الغموض يلفُّ الصفة اللحنية tonality من البداية وحتى النهاية في الوقت نفسه الذي يظهر فيه مقام E ميجور بوضوح، وسط ذلك، كنوع من الصفة اللحنية الافتراضية virtual. إن الوسيلة التي لجأ إليها فاغنر لتحقيق هذه النتيجة تدعى باللونية chromaticism أي استخدام نغمات (أو نصف نغمات) من خارج السلم الدياتوني (أيِّ سلم ميجور أو مينور صرف). إن التناغمات اللحنية الناتجة تستثير نوعاً جديداً من التنافر، كما أن الإسراف في استخدام أنصاف النغمات half tones يعزِّز لون الموسيقى وتوترها وقوتها التصويرية. ولم يكن قد اتفق قبل ذلك أن استُخدمت تناغمات لحنية مبنية على السلم اللوني chromatic بمثل ذلك الشكل الموسَّع، لقد حققت أوبرا تريستان قفزة من الصفة اللحنية التقليدية إلى «اللحنية اللونية الكاملة» وعدم التوافق اللحني atonality الخاصة بموسيقى القرن العشرين.

إن الاستخدام الثوري للَّونية، وبالتالي، للتنافر في أوبرا ڤاغنر يحمل إلى المستمع قوةَ وتعاقبَ الأحداث الدرامية، التي

تتكشف بالتدريج، كما يحمل إليه العوالمَ العاطفية لأبطال تلك الأحداث. وحتى الشخص العادي من خارج مجال العلوم الموسيقية، الذي قد لا يفهم تلك الأساليب النغمية التي استخدمها فاغنر، يمكن له أن يشعر بالتوتر الآخذ بالتصاعد في الأوبرا كما أنه يتوق للحل النغمي المتوقع. وعلينا الانتظار حتى المقاطع الموسيقية النهائية ليقوم لحن liebestod، بصورته الخالصة، بتبديد التوتر وإبراز نقطة الأوج في الأحداث على المسرح، وخلق تجربة من المتعة القصوى بين جمهور النظارة.

إن أوبرا تريستان توضح مسألتين إضافيتين جرى بحثهما في هذا الكتاب: المسألة الأولى، هي الملاحظات التي جاءت على لسان أدولف وجيلو من أنهما لا يفهمان أعمالهما بشكل كامل إلا بعد أن يبدعاها، والمسألة الثانية، المشاكل التي تتكرر على الدوام بخصوص «الاكتشاف الذي يجيء قبل أوانه» وتَأَخُّر قبول الأعمال الثورية، التي ناقشها ستينت وغاردنر ومانديلبروت. لقد كان فاغنر يرمي إلى أن يُبدع في أوبرا تريستان إنجازاً عملياً نافعاً - قصة حب من شأنها أن توفر له بعض الراحة من الإجهاد الذي عاناه في تأليف العمل الضخم Ring des Nibelungen كما كان يأمل أيضاً في أن تؤمن له الأوبرا الجديدة دخلاً كان بأمس الحاجة إليه. ولم يشعر ڤاغنر، إلا بعد أن شارف على الانتهاء من تريستان، أنه قد أنجز عملاً أوبرالياً ثورياً فريداً سابقاً لعصره. انتهى تأليف تريستان سنة 1859. وقد أسقطتها دار الأوبرا الملكية في فيينا من حسابها بحجة أنها لا تصلح للأداء وذلك بعد إجراء 54 بروفة، ولم تر أوبرا تريستان النور حتى سنة 1865 وذلك في أوبرا ميونيخ. وفي سنة 1935، كان تعليق المؤلف الموسيقي ريتشارد شتراوس أن تريستان قد أنهت الرومانسية، بدل أن

> تَبْعَثَ العصر الرومانسي، وأن مشاعر الحنين في القرن التاسع عشر بكامله قد جرى اختزالها في هذه الأوبرا لتموت في ما بعد في أغنية ايزولد Liebestod.

(انظر ڤون ويسترن هاغن، 1956، أوين، 1965).

هل هناك تفسير بيولوجي لِوَعْينا بالتنافر والتناغم وبالتجربة المثيرة للأحاسيس؟ . . . من الواضح أن الفنان يستطيع أن يبدع في ذهنه، ومن ثم ينقل عن طريق لغة ما، حقائق جديدة عن العالم الداخلي يمكن أن يدركها كثيرون من غير الفنانين. وحتى لو كان الجمهور المُتَلقي عاجزاً عن إبداع عمل مماثل، إلا أن بإمكانه إدراك الصور الموسيقية والتوتر. ومما يساعدنا على فهم ذلك، استرجاع شرح ستيڤنز لعملية المعالجة البصرية. يُعرف عن الأذن أنها تقوم، وهي لا تختلف عن ذلك عن المعالجة البصرية في الشبكية، بتحليل الأصوات إلى الترددات المكوِّنة لها. إن العلاقات العددية بين هذه الترددات المكوِّنة هي التي تحدد التناغم والتنافر. وهكذا، فإن التوصيلات الدماغية مهيأة بحيث يستطيع الدماغ إدراك النظام الكامن في علاقات التردد النغمي (إضافة للتسارع والإيقاع الخ. . .) وعن طريق هذه العملية التحليلية في الأذن وفي الدماغ، تقوم الموسيقى، في نهاية المطاف، بإثارة الصور في الذاكرة التمثيلية، سواء منها المُتَوَزِّعة بشكل مخطط mapped أو تلك غير المُتَوَزِّعة، ومن ثم بتحريض تجربة جمالية. ولكي نفهم هذه الفكرة بشكل أفضل، علينا العودة إلى المفهوم المبتكر الذي جاء به داماسيو

وهو تكامل الجسم والعقل. إن هذا المبدأ يرفض، دون ريب، ازدواجية الشاعرية Apollinian والشهوانية Dionysian، ازدواجية العقلانية والعاطفية.

ونلحظ في جوهر مفهوم داماسيو النقاط الأربع الآتية:

1 - يقع الدماغ كبقية أعضاء الجسم، تحت تأثير الآليات التي تتحكم بالجسم، كالتأثيرات الهرمونية، مثلاً. والهرمونات، شأنها في ذلك كشأن جرعة الحب التي تناولها كل من تريستان وإيزولد، قد تطغى على كل منطق.

2 - يحوي الدماغ الصور التمثيلية المُتَوَزِّعة (الصور الذهنية)، الفطرية منها والمُكتَسبة، ، وقد يؤدي ترافق هذه الصور التمثيلية مع تجارب سمعية أو بصرية (كرؤية عمل فني مثلاً) إلى إطلاق استجابة عاطفية.

3 - تعتمد المشاعر والأحاسيس على ردود فعل جسمانية، أي تغيير في حالة الجسم، وعلى ورود إشارة إلى الدماغ تُنبئ بحدوث ذلك التغيير.

4 - إن تتابع الأحداث هذا، أي ارتباط التجارب و/أو الصور التمثيلية المتولدة حديثاً مع الصور التمثيلية الموجودة أصلاً في الدماغ، والاستجابة الانفعالية للجسم والأحاسيس الناتجة عن ذلك، هذا التتابع يلعب دوراً حاسماً في عملية اتخاذ القرارات، سواء منها العقلانية أم غير العقلانية.

يعيد داماسيو دمج العاطفة والعقلانية والجسم، في حين أن ديكارت وكانت Kant قاما بالفصل بينهما فصلاً تاماً. وما من شك في أنهما، لو عرفا ما فعله داماسيو، فلن يهدأ بهما المقام في مرقدهما الأخير.

سنقوم الآن بتطبيق الأفكار التي أوردها داماسيو على المُبدع وعلى جمهوره المتلقي. يتمتع الفرد المبدع بقدر كبير من الخيال: فهو يقوم، داخل القشرة الدماغية المسؤولة عن الرَبْط association وذاكرتها العاملة، بتوليد أعداد كبيرة من الصور الذهنية المتنوعة (الصور التمثيلية المُتَوزِّعة) التي تضع التجارب والحقائق ضمن سياقات مبتكرة. صحيح أن هذه الصور التمثيلية هي صور تجريدية، لكنها قادرة على إعادة تشكيل صورٍ تمثيلية «بشكل مخطط» (ذات طبيعة صُوَرية) في مناطق المستوى الأدنى من القشرة الدماغية. ويقوم المبدع بعد ذلك بالفرز بين هذه الصور ومعياره في ذلك هو الجِدَّة والارتباط بصورٍ مهمة (فطرية أو مكتسبة) مُخْتَزَنة في الذاكرة. تُحدِث التداعياتُ المرتبطة بتلك الصور التمثيلية استجابةً انفعالية وتغيراً في حالة الجسم يتحقق عن طريق الهرمونات والجملة العصبية اللاإرادية. وهناك إشارات، بحدوث تلك التغيرات الناتجة، تعود إلى القشرة الدماغية الناقلة للإحساس الجسدي ليتم إدراك تلك التغيرات «دارة الجسم». ومن جهة أخرى يمكن إرسال إشارات عن التداعيات المألوفة بصورة مباشرة من القشرة الدماغية المسؤولة عن الربط إلى القشرة الدماغية الناقلة

للإحساس الجسدي، وبالتالي تتم استثارة الأحاسيس دون حدوث تغير في حالة الجسم «شبه دارة» as-if loop. وعند ذلك، تجري على الأرجح إعادة تشكيل صور تمثيلية منتقاة (بدون مخطط) لتصبح صوراً تمثيلية بشكل مخطط، أي صور ذات طبيعة صُوَرية أو متتالية نغمية، لتُتَرجَمَ إلى العالم الخارجي بشكل عمل فني أو علمي. (إن تنفيذ العمل يتطلب شكلاً آخر من تواصل العقل ـ الجسم، التنسيق بين العين واليد عند الرسم، مثلاً،).

إن الناظر إلى العمل الفني يقوم أولاً بتشكيل صورة تمثيلية مُتَوَزِّعة، ثم يقوم بتشكيل صورة تمثيلية دون مخطط في القشرة الدماغية المسؤولة عن الربط. وفي حال قيام الصورة باستثارة صورٍ تمثيلية فطرية أو مكتسبة في الجملة الحُوْفية limbic system أو في الدماغ البيني diencephalon، تحدث استجابة انفعالية «دارة الجسم»، أو يمكن إثارة إحساس ما مباشرة عبر «شبه الدارة». وهكذا، فإن بإمكان علم الجملة العصبية المَعْرفي أن يقوم بالربط المنطقي بين الخيال والحدس وبين اتخاذ القرار الفني، كما أن بإمكانه القيام بالربط العلمي بين تجربة المُتَلقي مع العمل الفني وبين الانفعالات والأحاسيس. إن إحدى أهم النتائج اللافتة للنظر للجَمْع بين مختلف الآراء التي نحن بصددها، هي أن بإمكاننا تجاوز وصف علماء النفس لظواهر السلوك الإبداعي phenomenology، لنصل إلى نظرية ذات جوهر متجانس يقوم أساسها على العلوم الطبيعية.

نحو تعريف جديد للإبداع

يرى علم الجملة العصبية الحديث أن التجربة الجمالية تعتمد على الارتباطات التي تستطيع دارات القشرة الدماغية أن تجريها مع الصور التمثيلية الفطرية والمكتسبة، وعلى إعادة خلق الاستجابة الجسدية في القشرة الدماغية الناقلة للإحساس الجسدي (الأحاسيس). (لاحظ هنا أن الصور التمثيلية المُكْتَسَبة جرى اكتسابها، في نهاية الأمر، على أساس ارتباطها برموز فطرية.)

وعلى المرء أن يستنتج هنا أن الصور التمثيلية الفطرية أو المكتَسَبة التي تستثير الأحاسيس والانفعالات لا يكفي أن تشتمل على رموز ومجموعات لونية ومتتاليات نغمية محدَّدة فحسب، بل يجب أن تشمل أيضاً أشكالاً محدَّدة من النظام order، كتراكيب الجمل والترابط المنطقي والهندسة الكَسْرية، وإلا فكيف يمكن إذاً للصور التي قام الكومبيوتر بتركيبها على أساس معادلة كَسْرية، أن تقلِّد الأعمال الفنية وأن تستثير الأحاسيس؟ . . .

ما هو الإبداع إذاً؟ . . . إن الإبداع لا بد وأن يكون تلك المقدرة على أن يولِّد المرء داخل دماغه (القشرة الدماغية المسؤولة عن الربط) صوراً تمثيلية وسياقات جديدة تؤدي إلى الربط مع رموز ومع مبادئِ نظام. وتُعتبَر هذه الرموز أو المبادئ فطريةً في الدماغ البشري أو تُعتَبر جزءاً من مخزون الصور

التمثيلية المُتَوَزِّعة المُكتَسَبة داخل الأدمغة التي تشكل ثقافة الفرد أو مجتمعه. كما ويجب أن يشمل الإبداع، بالإضافة إلى ذلك، المقدرة على ترجمة هذه الصور التمثيلية المُنتقاة إلى عمل فني أو علمي. ويعتمد كثير من هذه المقدرات على القشرة الدماغية البشرية المسؤولة عن الربط التي تتمتع بدرجة فائقة من التطور.

من الواضح أن عملية التطور قد حابت المقدرة البشرية على دمج الملاحظات والتعرف إلى المشاكل والسعي وراء إيجاد الحلول. ولا بد من أن يكون أعلى مستوى من وظيفة دماغ الرئيسات primates قد تطور عبر مجال من الارتباطات associations كان يتسع باستمرار، اعتباراً من الذكاء أو التكيُّف المكتَسب (فهم السياقات ضمن مختلف حقائق البيئة) وصولاً للإبداع، أي إيجاد سياقات وصور تمثيلية مبتكرة داخل العقل. وقد أدى ذلك في النهاية إلى ابتكار الأدوات وإلى تصميم رسوم الكهوف. ولا جدال في أن ذلك تمَّ على أساس التطور المستمر للقشرة الدماغية المسؤولة عن الربط، الأمر الذي مكَّن صاحب هذا الدماغ من إيجاد المزيد من الارتباطات والصور التمثيلية ومن الاحتفاظ بها في ذاكرته ومن تعديلها واصطفائها. وعلى طول هذا المسار التطوري للترميز الوراثي البسيط للدارات وللاصطفاء الدارويني، لا بد وأن تكون هناك عوامل إضافية قد ساهمت في ظهور الإبداع. إن تعليم السياقات المعروفة (عبر اللغة ورسم الرموز الخ...) وتدريب الإنسان لعقله لا بد وأنهما لعبا دوراً تزداد أهميته باطراد في صياغة شكل الإبداع

البشري، بينما استمرت الاستجابات الانفعالية الفطرية في لعب دورها الحاسم في جذور عملية اتخاذ القرار. وفي النهاية، لا بد وأن يكون المخزون الاجتماعي أو الثقافي الجَمْعي من الصور التمثيلية الفطرية (هل هو اللاوعي الجَمْعي الذي قال به يونغ؟...)، ومن تلك المكتسبة، قد أصبحا نقطة مرجعية تتمتع بأهمية متزايدة بالنسبة لجميع الأعمال الإبداعية.

هل لا تزال أدمغتنا سائرة على طريق المزيد من التطور والإبداع، سواء على الصعيد الفردي أو الجماعي، ضمن المجتمع الذي نعيش فيه؟... يود تيلهارد دو تشاردين لو أن ذلك كان صحيحاً، لكن حقيقة أن الزهرة الذهبية للقرن العشرين تبدو وكأنها خافية عن قطاعات كبيرة من الجنس البشري، تضع تلك الفكرة موضع التساؤل.

وما يلفت النظر هنا هو أن الآراء والتعاريف الخاصة بالإبداع، المذكورة في هذا الكتاب، تنسجم مع وجهات نظر شديدة التنوع، وجهة نظر الفنان والعالم والفيلسوف وعالم النفس وعالم دراسة الجملة العصبية. إن التطورات الحاصلة في علم الجملة العصبية الحديث قد أزال الغموض عن الإبداع، لكن هذه التطورات تقوم بإعادة صياغة مفهومنا للإبداع. ولدى كَشْف المبادئ التي يعمل الدماغ البشري بموجبها، يتحول فهم أعجوبة علم الأحياء هذه والإعجاب بها إلى تجربة جمالية قائمة بحد ذاتها.



المصادر ومراجع للتوسُّع

المجموعة المتشابكة: مقدمة

المصـادر:

داروين، س. (1859/ 1964). حول أصل الأنواع. صورة بالفاكس للطبعة الأولى مع مقدمة بقلم إرنست مير، مطبعة جامعة هارڤارد، كامبردج، ماساتشوسيتس ولندن.

فرويد، س. (1891/ 1954) on aphasia. مطبعة إنتيرناشينال يونيڤيرسيتيز، نيويورك راسل، ب. (1954/ 1985) تطوري الفلسفي. أنوين هيمان ليمتد، لندن.

الجزء الأول: وجدتها! . . . الاكتشاف مقابل الإبداع

المصـادر:

تشارغاف، اروين (1968). تسلق سريع لجبل الأوليمب. ساينس: 1448 ـ 9.

تشيهولي، د. (1986). تشيهولي: اللون والزجاج والشكل. كودانسكا إنترناشينال ليمتد، طوكيو، اليابان.

تشيهولي، د. (1989). قطع فينيسية. توين بالمز بابليشر، آلتا دينا.

تشيهولي، د. (1993). تشيهولي: التشكيل بالنار. متحف الفنون والعلوم، إنكوربوريشين، ديتونابيتش، بالاشتراك مع مطبعة جامعة واشنطن، سياتل.

كريك، فرانسيس هـ. س. (1974). التركيب اللولبي المزدزج، رأي شخصي. نيتشر 248: 766 ـ 71 (أعيد طبعه في واتسون (1980) الصفحات 137 ـ 45).

غادامار، جورج (1976) تأويلات فلسفيّة (ترانس د. ي. لينج). مطبعة جامعة

كاليفورنيا، بيركيلي.

لانغر، س. ك. (1948). الفلسفة بأسلوب جديد مينتور بوكس، نيويورك.

ماداوار، ب. (1991). التهديد والمجد. أفكار حول العلم والعلماء. مطبعة جامعة أكسفورد، أكسفورد، المملكة المتحدة.

مبير، ليونارد ب. (1967). الموسيقى والفنون والأفكار. مطبعة جامعة شيكاغو.

مبير، ليونارد ب. (1974). شؤون العلوم والفنون والعلوم الإنسانية. بحث نقدي 1: 163 ـ 217.

بيرولت، ج. (1996). محادثة مع سوزان راملجاك. الزجاج: فصلية فن الزجاج المديني رقم 64، الصفحات 12 ـ 13.

ريد، هـ. (1964). النحت المعاصر. تاريخ موجز. توماس وهادسون، نيويورك.

سنو، س. ب. (1959). الثقافتان والثورة العلمية. مطبعة جامعة كامبردج، نيويورك.

ستينت، ج. س. (1968). ماذا يقولون عن جيم الشريف. كوارترلي ريڤيو أوف بيولوجي 43: 179 ـ 184.

(أعيد طبعه مع إضافات في واطسون 1980، الصفحات 161 ـ 175).

ستينت، غانتر س. (1972). التفرُّد ومرحلة ما قبل النضوج في الاكتشاف العلمي.

سيانتيفيك أميريكان 227: 84 ـ 93. (أعيد طبعه في مؤلَّف غونتر س. ستينت (1978)، مفارقات التطور، الصفحات 95 ـ 113. فريمان، سان فرانسيسكو.)

توماس، ل. (1980). العلم و"العلم». أفكار خطرت أواخر الليل لدى سماع السيمفونية التاسعة لماهلر. ذا ڤايكنغ بريس، نيويورك.

واطسون، جيمس د. وكريك فرانسيس هـ. س. (1953). تركيب الحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين. نيتشر 171: 737 ـ 8. (أعيد طبعه في واطسون (1980) الصفحات 237 ـ 41).

واطسون، جيمس د. (1968). التركيب اللولبي المزدوج. أثينيوم، نيويورك.

واطسون، جيمس د. (1980). التركيب اللولبي المزدوج. طبعة نقدية (تحرير غونتر س. ستينت). نورتون، نيويورك.

مراجع للتوَسُّع

ألبرتس، ب.، بري، د.، لويس، ج.، راف، م.، روبرتس، ك. وواطسون، ج. ذ. (1994). البيولوجية الجزيئية للخلية (الطبعة الثالثة) غارلاند بابليشينغ إنكوربوريشين، نيويوك.

بريان، ت. م. وسيتش، ت. ر. (1999)، التيلوميراز والإبقاء على نهايات الصبغي، الرأي الحالي في بيولوجية الخلية 11: 318 ـ 24.

بروكمان، ج. (1995). الثقافة الثالثة. (طبعة تاتشستون الأولى، 1996). تاتشستون، نيويورك.

كيرنز، ج.، ستينت، ج. س.، واطسون، ج. د. (1996). العاثي phage وأصول البيولوجيا الجزيئية. كولد سبرينغ هابر لابوراتوري بريس، بلينڤيو، نيويورك.

سيتش، ت. ر. وأوهلينبيك، و. س. (1994)، الريبوزيمات. المسمار يثبِّت المطرقة. نيتشر 372: 39 ـ 40.

سيتش، ت. ر. (1993). فاعلية وتنوُّع الـ ر. ن. أ. الحفّاز: المدلولات بالنسبة لعالم الـ ر. ن. أ. الجينة 135: 33 ـ 6.

ديلبروك، م. (1986). هل جاء العقل من المادة؟... مقالة حول نظرية المعرفة التطورية. تحرير ج. س. ستينت. بلاكويل سيانتيفيك بابليكيشينز، بالوألتو.

فرانتز، س. ك. (1989). الزجاج المعاصر. هاري ن. أبرامزإنكوربوريشين، نيويورك.

كوسبيت، د. ب. (1997). تشيهولي. بوتلاند بريس، سياتل (توزيع هاري ن. أبرامزإنكوربوريشين، نيويورك).

ستينت، ج. س. (1971) علم الوراثة الجزيئي: مع مقدمة سردية. و. هـ. فريمان، سان فرانسيسكو.

الجزء الثاني: الجسم والدماغ والعقل: العاطفة والعقلانية

المصادر

أدولف، ب. (1991). أذن العقل: تمارين لتحسين الخيال الموسيقي MMB Music، سانت لويس.

أدولف، ب. (1996). ما الذي يجب أن نستمع إليه في العالم، طبعة لايم لايت الأولى مع رسوم توضيحية إعداد فيجيه كومار. لايم لايت إديشينز، نيويورك.

بروكمان، ج. (1995). مقدمة: الثقافة الثالثة الآخذة بالظهور. في مؤلَّف بروكمان، ج.، الثقافة الثالثة. طبعة تاتشستون الأولى، (1996). تاتشستون، نيويورك.

تشيرتشلاند، ب. (1981). المادية المُبْعِدة والمواقف الفرضية. جورنال أوف فيلوسوفي، 78: 67 ـ 90 (أعيد طبعه في بويد، ر.، غاسبار ب. آند تروت، ج. د. (تحرير) 1991. فلسفة العلم MIT Press Cambridge.

داماسيو، آ. ر. (1994). خطأ ديكارت: العاطفة والعقل والدماغ البشري. غروسيت/ بوتنام، نيويورك.

داماسيو، آ. ر. (1999). الإحساس بما يحدث: الجسم والعاطفة وتشكيل الوعي. هاركورت بريس آند كومباني. نيويورك.

داروين، ت. (1859/ 1964). حول أصل الأنواع. صورة بالفاكس عن الطبعة الأولى مع مقدمة بقلم إرنست ميير، هارڤارد يونيڤيرسيتي بريس، كامبردج، ماساتشوسيتس.

غولمان، د. كوفمان، ب. وري، م. (1992). الروح الخلاقة. بينغوين بوكس يو إس إيه إنكوربوريشين، نيويورك.

كانديل، ي. ر. وشوارتز، ج. هـ. (1981). مبادئ علم الجملة العصبية (الطبعة الأولى). الزيفير/ نورث هولاند، نيويورك، أمستردام، أكسفورد.

مار. د. (1982). الرؤية. و. هـ. فريمان آند كومباني، نيويورك.

ماداوار، ب. (1991). التهديد والمجد. أفكار حول العلم والعلماء. أكسفورد يونيڤيرسيتي بريس، أكسفورد، المملكة المتحدة.

بفيننغر، ك. هـ. (1986). حول مخاريط نمو العصب والكريات البيضاء والذاكرة: حول منظومات النقل الثانية messenger systems لمخروط النمو والبروتينات المنظَّمة بالنمو. اتجاهات في علم الجملة العصبية 9: 562 ـ 565.

بينكر، س. (1994). غريزة اللغة. ويليام مورو وشركاه/ هاربر كولينز بابليشرز إنكوربوريشين، نيويورك.

ريد، هـ. (1964) «النحت المعاصر. تاريخ موجز». تيمس آند هادسون، نيويورك.

ريك، ج. ن. الابن وسبورنز، و. (1993). «وضع النماذج modeling على أساس سلوكي وأساليب التعامل الحسابية computational في علم دراسة الجملة العصبية». أنيوال ريڤيو أوف نيوروسيانس. 16: 597 ـ 623.

سيلفير ستون، آ. ي. (1993). «وضع نماذج الدارات العصبية. ماذا تَعلَّمْنا؟...» أنيوال ريڤيو أوف نيوروساينس 16: 531 ـ 546.

مراجع للتوسُّع

أدولف، ب. (1999). «حول موتزارت والببغاوات وزهور الكرز في مهب الريح: مؤلِّف موسيقى يستكشف ألغاز العقل الموسيقي». لايم لايت إيديشينز، نيويورك.

داماسيو، آ. ر.، داماسيو، هـ. وكريستين، و. (تحرير) (1996). «البيولوجيا العصبية لعملية اتخاذ القرار» سبرينجر فيرلاغ، برلين، نيويورك.

داماسيو، آ. ر. (1989). الدماغ يجمع الكينونات والأحداث عن طريق عملية تنشيط متعددة المناطق من أجزاء متقاربة. «حسابات عصبية». 1: 123 ـ 132.

داماسيو، هـ. غرابوسكي، ت. ج.، ترافل، د.، هيتشوا، ر.، داماسيو، آ، ر، (1996). أساس عصبي لاسترجاع المفردات. نيتشر 380: 499 ـ 505.

غرينوف و. ت. وأندرسون، ب. ج. (1991). مرونة التشابك العصبي الدماغية. علاقتها بالتعلُّم مقابل الفاعلية العصبية. حوليات أكاديمية نيويورك للعلوم 627: 231 ـ 247.

كانديل، ي. ر.، شوارتز، ج. هـ. وجيزيل، ت. م. (2000). مبادئ علم الجملة العصبية (الطبعة الرابعة). ماكغروهيل. نيويورك.

كلينتسوفا، آ. و. وغرينوف، و. ت. (1999) مرونة التشابك العصبي في المنظومات القشرية. رأي معاصر في بيولوجية الجملة العصبية 9: 203 ـ 208.

ماك كوتشان، آ. (1999). «الإلهام الذي يغنّي: مؤلفون وموسيقيون يتحدثون عن العملية الإبداعية». أكسفورد يونيڤيرسيتي بريس، أكسفورد، المملكة المتحدة.

بيرفير، د. وليتشمان، ج. و. (1985). «مبادئ التطور العصبي». سينور أسوشييتس إنكوربوريشين، ساندرلاند.

رالستون، هـ. ج. الثالث، (1998). حل عقدة غوردون: دراسات معاصرة للتنظيم العصبي. سجل تشريحي (التشريح الحديث) 253: 139 ـ 142.

روجرز، د. ي. ثقافة الطب السريري وطبيب الغد. في «تكييف دراسة الطب السريري وفق احتياجات الحاضر والمستقبل» (تحرير ب. غاستيل ود. ي. روجرز). أكاديمية نيويورك للطب. نيويورك.

روجرز، د. ي. وجينزبيرغ، ي. (تحرير) (1993). الرعاية الطبية وصحة الفقراء. المؤتمر الثامن حول السياسة الصحية في كلية الطب ـ جامعة تورنيل. ويست ڤيو بريس، بولدر.

روجرز، د. ي. وجينزبيرغ، ي. (تحرير). المركز الطبي الأكاديمي الرئيس: دوره في عصر ندرة النقود والتوقعات المتبدلة. المؤتمر التاسع حول السياسة الصحية في كلية الطب في جامعة تورنيل. ويست ڤيو بريس، بولدر.

ويدنيل، س. س. وبفيننغر، ك. هـ. (1990). «البيولوجية الأساسية للخلية». ويليامز آند ويلكنز، بالتيمور.

الجزء الثالث: العقل المتكيِّف: الحرمان في مقابل التحريض الخصب

المصادر:

أرونسون، ل. ر.، توباك، ي.، روزينبلات، ج. س. ليرمان، د. س. (تحرير) (1972). كتابات مختارة لـ ت. س. شنيريا، سان فرانسيسكو.

سرنِك، ل. س. (1990). استخدام الحيوانات كنماذج لدراسة تأثيرات التغذية على السلوك.

في «النظام الغذائي والسلوك: اساليب معالجة تعتمد على عدة فروع معرفية» (المحرر الرئيسي ج. هـ. أندرسون)، الفصل الخامس. سبرينجر فيرلاغ، لندن، برلين.

تشيكجينتميخالي، م. (1996). «الإبداع ودفق الإنتاج وسيكولوجية الاكتشاف والاختراع». هارپر كولينز بابليشرز إنكوربوريشين، نيويورك.

دو بينغ، ج. (1968). الفترات الحساسة في نمو الدماغ. في «الكيمياء العصبية التطبيقية» (تحرير آ. ن. ديڤيدسون وج. دوبينغ)، الصفحات 287 ـ 316. بلاك ويل ساينتيفيك بابليكيشينز، أكسفورد، المملكة المتحدة.

غاردنر، هـ. (1983). أُطُر العقل. نظرية أنواع الذكاء المتعددة. بيسيك بوكس (هارپر كولينز بابليشيرز إنكوربوريشين)، نيويورك.

غاردنر، هـ. (1993). العقول المبدعة: تشريح الإبداع كما يتبدى من خلال سِيَر حياة فرويد وأينشتاين وپيكاسو وسترافنسكي وإليوت وغراهام وغاندي. بيسيك بوكس، (هارپر كولينز بابليشيرز إنكوربوريشين) نيويورك.

غاردنر، هـ (1993). الأنواع المتعددة للذكاء. تطبيق النظرية. بيسيك بوكس (هارپر كولينز بابليشيرز إنكوربوريشين)، نيويورك.

غولمان، د.، كوفمان، ب. وري، م. (1992). الروح الخلاقة. پينغوين بوكس يو إس إي إنكوربوريشين، نيويورك.

غرانثام ـ ماك غريغور، س. (1987). دراسات ميدانية حول التغذية المبكرة والإنجازات اللاحقة.

في «التغذية المبكرة والإنجازات اللاحقة» (تحرير ج. دوبينغ). أكاديميك بريس إنكوربوريشين، لندن، المملكة المتحدة.

لاشلي، ك. (1963). آليات الدماغ والذكاء، دراسة كمية لحالات الأذى التي تصيب الدماغ. مع مقدمة جديدة بقلم د. و. هيب. دوفر بابليكيشينز، نيويورك

ليفنسكي، د. آ. وستروب، ب. ج. (1987). مناقشة وردت في «التغذية المبكرة والإنجازات اللاحقة» (تحرير ج. دوبينغ)، صفحة 198، أكاديميك بريس إنكوربوريشين، لندن المملكة المتحدة.

سينيستيرا، ل. (1987). دراسات حول الفقر ونمو الإنسان وتطوره: تجربة كالي. في «التغذية المبكرة والإنجازات اللاحقة» (تحرير ج. دوبينغ). أكاديميك بريس إنكوربوريشين، لندن، المملكة المتحدة.

سترافنسكي، ي. (1962). إيغور سترافنسكي: سيرة ذاتية. و. و. نورتون، نيويورك. تانر، ج. م.، بريس، م. آ. (تحرير) (1989). «فيزيولوجية نمو الإنسان» كامبردج يونيڤيرسيتي بريس، كامبردج، نيويورك.

مراجع للتوسع

ألبرتس، ب.، بريه، د.، لويس، ج.، راف، م.، روبرتس، ن.، واطسون، ج. د. (1994). «البيولوجية الجزيئية للخلية» (الطبعة الثالثة). غارلاند بابليشيرز إنكوربوريشين، نيويورك.

أندرسون، ج. هـ. (محرر رئيسي) (1990) النظام الغذائي والسلوك: «أساليب معالجة تعتمد على عدة فروع معرفية». سبرينجر فيرلاغ، لندن، برلين.

بورستن، د. ج. (1992). «المبدعون. تاريخ أبطال الخيال». راندوم هاوس، نيويورك.

ديورانت. و. (1953). «تاريخ الحضارة: الجزء الخامس، عصر النهضة». سيمون آند تشوستر، نيويورك.

فيلدمان، د.، تشيكجينتميخالي، م.، غاردنر، هـ. (1994). تغيير العالم: خطوط رئيسية لدراسة الإبداع. غرينوود بابليشينغ كومباني، ويستبورت.

غالر، ج. ر. (1987). تفاعل التغذية والبيئة في التطور السلوكي. في «التغذية المبكرة والإنجازات اللاحقة» (تحرير ج. دوبينغ). أكاديميك بريس، نيويورك.

غاردنر، هـ. (قيد الطبع). إعادة تأطير الذكاء. بيسيك بوكس، نيويورك.

باليد، ج. ي. (1975). النواحي الخلوية الداخلية لعملية إفراز البروتين (محاضرة في حفل جائزة نوبل). ساينس 189: 347 ـ 358.

باليد، ج. ي. (1991). اكتشافات بحثية أساسية رئيسة. ملحق لـ «اكتشاف عوالم جديدة في الطب». فارميتاليا كارلو إيربا، ميلانو، إيطاليا.

باليد، ج. ي. (1995). موجز في ندوات cold Spring Harbor حول البيولوجيا الكمية، المجلد 60، الصفحات 821 ـ 831.

ويدنيل، س. س. وبفننغر، ك. هـ. (1990). البيولوجيا الأساسية للخلية. ويليامز آند ويلكينز، بالتيمور.

الجزء الرابع: أنماط الإدراك

المصادر

كوارت، ج. وهاميلتون، ج. (1987). جورجيا أو كيف، «الفن والأدب». رسالة

إلى ي. هـ. بور، بتاريخ 22 نيسان 1957. New York Graphic Society Books/Little، براون آند كومباني إنكوربوريشين.

دايسون، ف. ج. (1978). وصف خصائص عدم الانتظام irregularity. ساينس 200 : 677 ـ 687.

أدجيرتون، س. ي. الابن (1991). تراث هندسة جيوتو: الفن والعلم عشية الثورة العلمية. كورنيل يونيڤيرسيتي بريس، إيتاكا.

غاليلي، ج. (1990). مكتشفات وآراء غاليليو: بما فيها مرسال النجوم (1610)، رسالة إلى الدوقة كريستينا (1615)، ومقاطع من رسائل حول البقع الشمسية (1613)، المُجرِّب (1623) assayer. مترجمة مع مقدمة بقلم ستيلمان دريك. آنكوربوكس، نيويورك.

غاردنر، م. (1988). «تبدد الذكريات». فري أسوسييشين بوكس، لندن.

هافينغتون، آ. س. (1993). آلهة اليونان. اللوحات بريشة ف. جيلو. فيرست أتلانتيك منثلي بريس إيديشين، نيويورك.

كانديل، ي. ر. (1981). في مبادئ علم الجملة العصبية (تحرير ي. ر. كانديل وج. هـ. شوارتز) (الطبعة الأولى)، ص 247. الزيفير/نورث ـ هولاند، نيويورك، أمستردام، أكسفورد.

مانديلبروت، ب. (1983). الهندسة الكسرية في الطبيعة. و. هـ. فريمان، نيويورك.

پيكاسو، ب. (1945). اقتباس مماثل في «الرسائل الفرنسية 5»، رقم 48، باريس، 24 آذار.

پيكاسو، ب. (1947). نشرت في الأصل في «پيكاسو يتحدث». في «الفنون» نيويورك، أيار 1923، الصفحات 315 ـ 326.

ريد، هـ. (1960). «اشكال الأشياء المجهولة: مقالات لأجل فلسفة جمالية» فابر آند فابر ليمتد، لندن، المملكة المتحدة.

ستينت، غونتر س. (1972). مرحلة ما قبل النضوج والتفرُّد في الاكتشاف العلمي. سيانتيفيك أميريكان 227: 84 ـ 93. (أعيد طبعها في غونتر س. ستينت، «مفارقات التقدم»، الصفحات 95 ـ 113. فريمان، سان فرانسيسكو.)

مراجع للتوسع

جيلو، ف. (1964). «الحياة مع بيكاسو» (مع كارلتون ليك). ماكغرو ـ هيل، نيويورك.

جيلو، ف. (1983). «السطح البَيْني: الرسام والقناع» Le regard et son masque. ترجمته إلى اللغة الإنجليزية فرانسواز جيلو. دار كاليفورنيا ستيت يونيڤيرسيتي، فريزنو.

جيلو، ف. (1987). رحلة فنان/ Un Voyage Pictural. أتلانتيك منثلي بريس، نيويورك.

جيلو، ف. (1990). ماتيس وبيكاسو: صداقة في الفن، دوبلدي، نيويورك.

جيلو، ف. (2000). ستون سنةً من فنِّها (1940 ـ 2000). ACATOS، لوزان، سويسرا.

هارمون، ل. د. (1973). التعرف إلى الوجوه. سيانتيفيك أميريكان 229: 70 ـ 82.

كانديل، ي. ر. وشوارتز، ج. هـ. وجيزيل، ت. م. (2000). مبادئ علم الجملة العصبية (الطبعة الرابعة). ماكغرو ـ هيل، نيويورك.

مانديلبروت، ب. (1981). الالتزام بالمقياس أو أشكال تدرج المقياس: اختلاف مفيد في الفنون البصرية وفي العلوم الطبيعية. ليوناردو 14: 45 ـ 47.

مانديلبروت، ب. (1986). الأشكال الكسرية وبعث نظرية التكرار. في «جمال الأشكال الكسرية» (تحرير هـ. وبيتجن وب. هـ. ريتشر). سبرينجر، نيويورك.

مانديلبروت، ب. (1988). الأشخاص والأحداث وراء علم الصور الكسرية. في «علم الصور الكسرية» تحرير هـ. وبيتجن ود. سوب). سبرينجر، نيويورك.

مانديلبروت، ب. (1989). الأشكال الكسرية وفن من أجل العلم. عدد إضافي ليوناردو: 21 ـ 24.

مانديلبروت، ب. (1991). الأشكال الكسرية وبعث الرياضيات التجريبية. في «الأشكال الكسرية من أجل الصفوف المدرسية» (تحرير هـ. وبيتجن، هـ. جورجينز، د. سوب، ي. م. ماتيلسكي، ت. بيرشيانت، ل. ي. يانكر). سبرينجر، نيويورك.

ستيڤنز، س. ف. (1996). التعلُّم الفراغي والذاكرة: بداية حلم. الخلية :cell 87
.1147- 1148

تجميع الأفكار

المصـادر

بريغز، ج. (1992). الأشكال الكسرية. أنماط الفوضى. تاتشستون بوكس (سيمون آند شوستر)، نيويورك.

تشيرشلاند، ب. (1981). المادية المُبْعِدة والمواقف الفرضية. جورنال أوف فيلوسوفي 78: 67 ـ 90. (أعيد نشره في بويد، ر.، كاسبر، ب.، تروت، ج. د. (محررون) (1991). ذا فيلوسوفي أوف ساينس. دار معهد ماساتشوسيتس للتكنولوجيا، كامبردج).

إيغلاش، ر. (1999). الأشكال الكسرية الأفريقية: الحسابات الحديثة والتصميم المحلي. روتجيرز يونيڤيرسيتي بريس، نيو برونسويك.

أوين، د. (1965) «الكتاب الكامل للموسيقى الكلاسيكية». برينتس ـ هول إنكوربوريشين، انغلوود كليفس.

غيلمان، م. (1995). المَجْدولات plectics. في «الثقافة الثالثة» (تحرير ج. بروكمان)، الفصل 19. تاتشستون بوكس (سيمون آند شوستر)، نيويورك.

غرينوف، و. ت، وأندرسون، ب. ج. (1991). مرونة التشابك العصبي في المخيخ. علاقتها بالتعلم مقابل الفاعلية العصبية. حوليات أكاديمية نيويورك للعلوم 627: 231 ـ 247.

هوفستادتر، د. ر. (1979). غوديل وإيشر وباخ: جديلة ذهبية أزلية. بيسك بوكس (هارپر كولينز بابليشيرز إنكوربوريشين) نيويورك.

هيسينبرغ، و. (1958). «الفيزياء والفلسفة، الثورة في العلم المعاصر». «هارپر، نيويورك.

مارتن، س. (1996). پيكاسو في الأرنب السريع والمسرحيات الأخرى. غروف بريس، نيويورك.

بينكر، س. (1994) غريزة اللغة. ويليام مورو آند كومباني/ هارپر كولينز بابليشيرز

إنكوربوريشين، نيويورك.

ستوبارد، ت. (1993). أركاديا. فابر آند فابر، لندن، بوسطن.

ستوتزر، ب. ووينذهوفل، ل. (1991). Augustos Giacometti, Leben und werk فيرلاغ بوندنير موناتسبلات، تشور، سويسرا.

سوافورد، ج. (1997). يوهان براهمز. سيرة حياة. ألفريد آ. نوبف، نيويورك.

ويسبيرغ، ر. و. (1993). «الإبداع: تجاوُز أسطورة العبقرية». و. هـ. فريمان آند كومباني، نيويورك.

ويستيرنهاجن، س. فون (1956). Richard Wagner, Sein Werk, Sein Wesen, Seine Welt أتلانتيك فيرلاغ، زيوريخ، سويسرا.

مراجع للتوسع

كوفي، د. س. (1998). التنظيم الذاتي والتعقيد والفوضى. البيولوجيا الحديثة من أجل الطب. نيتشر ميديسين 4: 882 ـ 885.

ديكون، ت. و. (1997). الأنواع الرمزية: التطور المتلازم لِلُغة والدماغ. و. و. نورتون آند كومباني، نيويورك، لندن.

فيسك، ج. (1997). مؤلفون في الموسيقى. ثمانية قرون من الكتابة. نورثيستيرن يونيڤيرسيتي بريس/ بانتيون بوكس إنكوربوريشين، بوسطن.

غليك، ج. (1987). الفوضى: صناعة علم جديد. پينغوين بوكس يو إس إيه إنكوربوريشين، نيويورك.

كانديل، ي. ر.، شوارتز، ج. هـ.، جيزيل، ت. م. (2000). مبادئ علم الجملة العصبية (الطبعة الرابعة). ماكغرو ـ هيل، نيويورك.

بوبر، ك. ر. وإيكليس، ج. س. (1977). «الذات ودماغها. نقاش لأجل التفاعلية». (أعيد نشرها سنة 1995 من قِبَل روتليدج، لندن، نيويورك.)

سِيَر الأشخاص

بروس أدولف

تلعب الصور الذهنية للمؤلف الموسيقي دوراً مركزياً في عملية إبداع موسيقى جديدة، لكن التفكير الموسيقي الحقيقي يجري في أذن العقل وحدها. لقد قام بروس أدولف، وهو المؤلف الموسيقي والكاتب التربوي والعازف، باستكشاف ألغاز العقل الموسيقي كما وضع سلسلة من التمارين المصمَّمة للربط بين الذاكرة والعقل والخيال الموسيقي، واكتشف أن الإلهام هو شكل من أشكال الإدراك يمكن تعهُّده بالصَقْل والعناية وذلك عندما قام باختبار تمارينه على الموسيقيين الشباب في صفوف معهد جيلار وفي جمعية موسيقى الحجرة في مركز لينكولن (حيث يعمل مستشاراً للموسيقى والثقافة). وهو مؤلف موسيقي دائم لدى SummerFest La Jolla والمدير الفني لدى Polly Rhythm Production.

وقد ألف بروس أدولف موسيقى لكلٍ من اسحق بيرلمان وسيلفيا ماكنير وديفيد شيفرين، وثلاثي Beaux Arts وأوركسترا الحجرة أرفيوس والفرقة السيمفونية الوطنية ومهرجان كارامور و Metropolitan Opera Guild والرباعي الوتري Brentano ورباعي ميامي وديفيد فينكل ووو ـ هان ولكثيرين غيرهم، تشمل مؤلفاته، التي تزيد عن خمسين عملاً، أربع أوبرات. وقد عُزف كونشرتو بريدجهامبتون، الذي ألّفه، في مهرجان أسبن الموسيقي. ويعمل أدولف، الذي سبق وأن كان ضمن الهيئات التدريسية في كل من معهد جيلار وفي جامعة نيويورك ومحاضراً زائراً في جامعة ييل، يعمل محاضراً في جمعية موسيقى الحجرة في مركز لينكولن منذ سنة

1992، كما ظهر في برامج تلفزيونية في «على الهواء من مركز لينكولن» أذيعت في كل أنحاء البلاد. في سنة 1999 أعد سلسلة من المحاضرات المتعلقة بعدة فروع معرفية تشمل الموسيقى والعلوم والأدب وذلك لمهرجان SummerFest La Jolla بالاشتراك مع جامعة كاليفورنيا، سان دييغو.

يعمل مؤلفاً موسيقياً دائماً للمهرجانات في كل أنحاء الولايات المتحدة، بما فيها:

Santa Fe Chamber Music Festival , Chamber Music Northwest , Music from Angel Fire , Bravo ! Colorado , The Grand Canyon Festival , the Perlman Music Program , the Bridgehampton Chamber Music Festival , Chamber Music Virginia , the OK Mozart Festival and SummerFest La Jolla.

أسس بروس أدولف، بالاشتراك مع جوليان فيفر، شركة Polly Rhythm Productions، وهي شركة مخصصة لوضع مواد ومحفوظات تثقيفية ضمن مجال واسع من وسائل الإعلام موجهة خصيصاً للأطفال وللعائلات. (وقد سميت الشركة باسم ببغاء أدولف Polly Rhythm، الذي يغني مقطوعات موسيقية أوبرالية ومقطوعات موسيقى الجاز).

وبصفته كاتباً نظامياً لدى Sony Classical Records، ومؤلفاً خصب الإنتاج، تتضمن الكتب التي ألفها: «أذن العقل: تمارين لتحسين الخيال الموسيقي»، «ما الذي يجب أن نستمع إليه في العالم» و«حول موتزارت والببغاوات وزهور الكرز في مهب الريح: مؤلف موسيقي يكتشف ألغاز العقل الموسيقي». موسيقى أدولف مسجلة من قبل شركات Telarc, CRI, Delos, Koch & Summit. تتضمن أعماله في مجال الأفلام الفيلم التوثيقي الدائم لدى متحف المحرقة في مدينة واشنطون.

توماس ر. سيتش، درجة دكتوراه

مُنح توماس ر. سيتش جائزة نوبل في الكيمياء سنة 1989 لقيامه بإجراء دراسات رائدة أظهرت أن الـ ر. ن. أ RNA يمكن له أن يلعب دوراً

حفّازاً في عملية الاستقلاب الخلوي بدل كونه مجرد ناقل سلبي للمعلومات الوراثية.

في سنة 1982، أعلن سيتش وفريق البحاثة العاملين معه أن جزيء ر. ن. أ. مأخوذٌ من Tetrahymena، وهي عضوية وحيدة الخلية تعيش في البحيرات، قام بقطع وإعادة وصل روابط كيميائية في غياب البروتينات بشكل كامل، لقد قدم هذا الاكتشاف للـ ر. ن. أ. الذاتي ـ الجْدل أول خروج عن الاعتقاد الراسخ أن التفاعلات البيولوجية يجري تحفيزها بواسطة البروتينات حصراً، كما وضع أساساً يمكن القبول به لنظرية جديدة حول أصل الحياة على الأرض. فبما أن الـ ر. ن. أ. يمكن له الاضطلاع بدور الجزيء الناقل للمعلومات ودور الحفّاز معاً، فإن أول منظومة ذاتية التوالد، ربما كانت تتألف من الـ ر. ن. أ. وحده. ولم يجر الاعتراف إلا بعد انقضاء سنوات أن المواد الحفازة في الـ ر. ن. أ.، أو الريبوزيمات ribozymes، بإمكانها أن تزودنا بنوع جديد من العوامل الصيدلانية ذات درجة التحديد العالية، القادرة على فلق cleave، وبالتالي إهماد inactivate الفيروسات أو جزيئات الـ ر. ن. أ. الأخرى الضالعة في المرض.

الدكتور سيتش حالياً هو أستاذ مرموق في الكيمياء والكيمياء الحيوية، وفي البيولوجيا الجزيئية والخلوية والتطورية في جامعة كولورادو، بولدار. وبالإضافة لما سبق، يعمل حالياً باحثاً وقد عين مؤخراً مديراً لمعهد هوارد هيوز الطبي.

ولد سيتش في شيكاغو، إيلينويز في 8 كانون الأول سنة 1947، درس في أيوا، وحصل على بكالوريوس في الكيمياء من كلية غرينيل. نال شهادة الدكتوراه سنة 1975 بعد تخرجه في جامعة كاليفورنيا، بيركيلي، وقام بأبحاث بعد درجة الدكتوراه في قسم البيولوجيا في معهد ماساتشوسيتس للتكنولوجيا في كامبردج، ماساتشوسيتس. في سنة 1978، التحق بالهيئة التدريسية في جامعة كولورادو، بولدار، وعمل في قسم الكيمياء والكيمياء الحيوية.

إن الدراسات الرائدة التي قام بها سيتش حول الـ ر. ن. أ. الحفاز

أكسبته كثيراً من الجوائز الدولية والمحلية الرفيعة، وشملت كرسي أستاذية دائماً في الجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان (1987). في سنة 1987، انتُخب سيتش عضواً في الأكاديمية الوطنية للعلوم. وقد تم تكريم أبحاثه ونال الجوائز التالية Heinken prize of the Royal Netherlands (1988) Albert Lasker Basic Medical Research (1988) Award the Louis Gross Horwitz Prize [1988] , the Noble Prize in chemistry [1989] National Medal of Science [1995], the Mike Hogg Award of the M. D. Anderson Cancer Center, University of Texas [1997], the Wright Prize, المقدمة من كلية هارفي ماد (1998)، بالإضافة لكثير من الجوائز الأخرى.

يقوم سيتش بالتدريس والكتابة وإلقاء المحاضرات على نطاق واسع. وكما يقول عن نفسه، يقضي وقته (معلماً وأباً ومستكشفاً).

ديل تشيهولي، ماجستير فنون جميلة

تبدّى ولاء تشيهولي لمدينة القدس، عشية الألفية، بشكل نصب فاق وزنه 42 طناً، مؤلف من 15 تكويناً داخل باحة برج داوود، وكان أحد التكوينات يتألف من برج بارتفاع 13.5 م ومن 2000 قطعة من الزجاج. وفي متحف برج داوود، كان «القمر» - وهو كرة زرقاء بقطر 3.5م، صنعت من 500 قطعة من الزجاج عُلّقت فوق القلعة - كان يُرى من المدينة الجديدة. افتتح معرض«تشيهولي على ضوء القدس 2000» في 1 تموز/ يوليو 1999، واستقطب أكثر من 70000 شخص في شهره الأول.

ولد تشيهولي سنة 1941 في تاكوما، في ولاية واشنطون، وقد بدأ يفكر بالزجاج كوسيلة فنية خلال دراسته للتصميم الداخلي في جامعة واشنطن. بعد تخرجه بدرجة شرف سنة 1965، التحق ببرنامج هارفي ليتلتون لتطوير الزجاج في جامعة ويسكونسين. تابع دراسته في معهد رود آيلاند للتصاميم الفنية حيث نال ماجستير في الفنون الجميلة سنة 1968. أسس قسم الزجاج في معهد رود آيلاند وأصبح في ما بعد مديراً لقسم النحت. استقال سنة 1980 ليصبح فناناً يعمل في مقره وذلك كي يستطيع أن يكرس وقتاً أطول لعمله الخاص.

في سنة 1968، حصل تشيهولي على منحة فولبرايت ليعمل في مصنع Venini في مدينة البندقية في إيطاليا. وأثناء إقامته في البندقية لفت نظره أسلوب الإيطاليين في نفخ الزجاج، وهو الأسلوب الذي يلعب حالياً دوراً فائق الأهمية في مُحترف تشيهولي. في سنة 1971، ساهم تشيهولي في تأسيس مدرسة بيلتشوك لنفخ الزجاج في ستانوود في ولاية واشنطن. وتعتبر هذه المدرسة الآن مركزاً دولياً للاتصالات الخاصة بالزجاج، كما تلعب دوراً رائداً في تطوير نفخ الزجاج كشكل من أشكال الفن. حصل تشيهولي على عدة جوائز شملت درجات دكتوراه فخرية من جامعة Puget Sound ومن معهد رود آيلاند للتصاميم الفنية وكلية كاليفورنيا للفنون والحِرَف. كما تم تكريم تشيهولي بمنحه عضويتين في المؤسسة الوطنية لتكريم الفنون، وجائزة الفنان البصري من المجلس الأمريكي للفنون وجائزة مؤسسة Louis Comfort Tiffany. في سنة 1992، حصل على لقب أول كنز وطني حي وذلك من قبل الحكام الخمسين في الولايات المتحدة.

تُعرض منحوتاته الزجاجية ضمن مجموعات عائدة لأكثر من 170 متحفاً، من مدينة نيويورك وحتى كيوتو. أبدع تشيهولي عدة مجموعات شهيرة منها «السلال» و«قطع فارسية» و«أشكال بَحْرية»، لكن شهرته تتجلى أكثر ما تتجلى في التكوينات المعمارية الضخمة. في سنة 1986، قامت دار كودانشا انترناشنال ليمتد بنشر كتاب: ديل تشيهولي: اللون والزجاج والشكل. وتم تكريمه بمعرض منفرد خاص به في متحف Musee des Arts Decoratifs في باريس، وهو رابع فنان أمريكي عرضت أعماله في متحف اللوفر. في سنة 1988، رعى هنري غيلدزاهلر معرضاً لـ «قطع فارسية» لمؤسسة Dia Art. كما قامت دار ذا يونيفيرستي أوف واشنطون بريس بتوثيق أعماله بنشر رسوم توضيحية ملونة للمخططات والنماذج المجسمة في Pelleas + Melisande + Chihuly. في سنة 1995، انكب على مشروع دولي متعدد الأوجه وهو Chihuly Over Venice، وكان يتضمن المساعدة في نفخ الزجاج في معامل في فنلندا وإيرلندا والمكسيك، كما تضمن رحلة إلى ووترفورد في إيرلندا، حيث كان يجري نفخ الزجاج وحفره وتركيبه في

قلعة ليسمور وما حولها. وقد نصبت المنحوتات التي جاءت نتيجة ذلك فوق أقنية البندقية وساحاتها وذلك كجزء من أول معرض للزجاج يقام في المدينة كل عامين. شكّل ذلك المشروع موضوع برنامج تلفزيوني وثائقي كان أول إرسال HD - TV بثته قناة PBS. وفي العام التالي، سافر تشيهولي إلى جزر Virgin وأبدع ما يزيد عن مئة مخطط استوحاها من المناظر الطبيعية في الجزر. وفي سنة 1998، كان ضيف الشرف في مهرجان الفنون في سيدني كما قام بنفخ الزجاج في جزيرة نييجيما في اليابان.

أنطونيو د. داماسيو، درجة دكتوراه في الطب

أنطونيو داماسيو يشغل منصب Van Allen professor وهو رئيس قسم علم دراسة الجملة العصبية في جامعة أيوا، وأستاذ مساعد في معهد سالك في La Jolla، كاليفورنيا.

انصب اهتمام داماسيو في عمله على إلقاء الضوء على المشاكل الجوهرية في علم الجملة العصبية الخاص بالعقل والسلوك، وذلك عند مستويات المنظومات الشاملة لدى البشر. وقد كان لإسهاماته تأثير كبير على مدى فهمنا للأسس العصبية لعملية اتخاذ القرار وللعاطفة واللغة والذاكرة.

وقد قام داماسيو، بالاشتراك مع حَنّا داماسيو، وهي عالمة مرموقة في مجال دراسة الجملة العصبية تميزت، بشكل مستقل، بإنجازاتها في مجال التصوير العصبي والتشريح العصبي، قام بإبعاد دراسة الآفات Lesion من مجال الوصف السريري ليضعها في خدمة الأبحاث القائمة على الفرضيات. وتعتبر المختبرات التي أنشأها مع حنا داماسيو في جامعة أيوا بمثابة مركز رائد لدراسة مسألة المعرفة والإدراك وذلك بواسطة الأسلوب المعتمد على الآفة والتصوير الوظيفي.

وداماسيو هو عضو في معهد الطب التابع للأكاديمية الوطنية للعلوم، وزميل في الأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم، وعضو في برنامج الأبحاث الخاص بعلم الجملة العصبية، وعضو في المجلس الاستشاري الوطني

للسكتات الدماغية والأمراض العصبية، وعضو في الأكاديمية الأمريكية لعلم الجملة العصبية، وعضو في الأكاديمية الأوربية للعلوم والفنون والأكاديمية الملكية للطب في بلجيكا، وعضو في الجمعية الأمريكية لعلم الجملة العصبية، وعضو في جمعية الأطباء الأمريكيين، وعضو مجلس إدارة في المجلات الرائدة في مجال علم الجملة العصبية. وهو رئيس سابق لأكاديمية Aphasia ولجمعية علم الأعصاب السلوكي.

وتشمل مجموعة المحاضرات المتميزة التي ألقاها داماسيو محاضرة Tanner (ميتشيغان)، محاضرة Wilson (ويليسلي)، محاضرات Steubenbord (جامعة كورنيل)، محاضرات Aired (جامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو)، مؤتمر نوبل، محاضرة Karolinska Research في منتدى نوبل، المحاضرة الرئاسية في جامعة أيوا. وقد قام اعتباراً من سنة 1981، بإلقاء سلسلة من المحاضرات السنوية المتعلقة بعلم الجملة العصبية السلوكي في المعهد الطبي في هارڤارد.

نال داماسيو جوائز كثيرة من بينها جائزة William Beaumont من الجمعية الطبية الأمريكية (1990) جائزة (the Golden Brain (1995، جائزة (Ispen (1997، وميدالية Kappers لعلم الجملة العصبية سنة (1999). في سنة 1992 نال بالاشتراك مع زوجته جائزة Pessoa

طُبع كتاب داماسيو: «خطأ ديكارت: العاطفة والعقل والدماغ البشري» (بوتنام 1994) في أكثر من عشرين بلداً. ويجري حالياً طبع كتابه الجديد «الإحساس بما يحدث: الجسم والعاطفة وتشكيل الوعي» من قبل هاركورت بريس.

ولد داماسيو في البرتغال. حصل على إجازة في الطب وعلى درجة الدكتوراه من جامعة لشبونة، بدأ أبحاثه الخاصة بعلم الأعصاب المعرفي مع المرحوم نورمان غيشونيد.

جانينا غالر، إجازة في الطب

بدأت جانينا غالر، اعتباراً من سنة 1973، بدراسة تأثيرات سوء

التغذية في الطفولة على وظيفة الدماغ وعلى السلوك لدى الحيوانات النماذج وفي أبحاثها الطويلة الأمد في باربادوس والمكسيك. وتتحرى أبحاثها عن تأثير تجارب الطفل المبكرة على الأداء الوظيفي المتكيّف والمرونة في دماغ الفرد في المستقبل. وقد وفّرت دراساتها بعضاً من أوضح المعطيات الخاصة بالعلاقة بين بيئة الطفل الأولى وبين أدائه كشخص راشد.

بعد تخرجها في كلية Soplie Newcomb، في جامعة تولين في نيو أورليانز، بدرجة امتياز فائق، نالت إجازة في الطب سنة 1972 من كلية آلبرت أينشتاين للطب في مدينة نيويورك. تلقت تدريباً في الطب النفسي للأطفال في المستشفى العام في ماساتشوسيتس، وعملت باحثة مشاركة في قسم التغذية وعلم الطعام في معهد ماساتشوسيتس للتكنولوجيا. تعمل جانينا غالر حالياً أستاذة الطب النفسي والصحة العامة ومديرة مركز تطوير السلوك والتخلف العقلي في معهد الطب بجامعة بوسطن.

نالت غالر عدة جوائز، من بينها جائزة محاضرات Irving B. Harris، جمعية طب الأطفال السلوكي، سانت لويس، ميسوري، التي حصلت عليها سنة 1992، وجائزة Centennial من كلية Sophie H. Newcomb في جامعة تولين وحصلت عليها في السنة نفسها. كما نالت جائزة Blanch F. Ittleson للأبحاث في مجال الطب النفسي للأطفال من الجمعية الأمريكية للطب النفسي وجائزة Public Policy Leadership من مؤسسة جوزيف ر. كنيدي الإبن، وذلك في مجال التخلف العقلي.

غالر هي المديرة السابقة للتدريب التخصصي في قسم الطب النفسي في المعهد الطبي لجامعة بوسطن، وهي عضو في الجمعية الأمريكية للطب النفسي ورئيسة سابقة للجنة التخطيط التابعة للمجلس الاستشاري القومي لصحة الطفل والتطوير البشري في المؤسسات الصحية القومية NIH. وهي عضو في عدة لجان استشارية بما فيها المجموعة البحثية الخاصة بطب الأطفال ووفيات الرضع المفاجئة SIDS، ولجنة الشؤون الوظيفية لتوجيه شؤون نقص التغذية، والوكالة الأمريكية للتطوير الدولي USAID، واللجنة

الاستشارية للتوجيهات المستقبلية بشأن أبحاث التغذية والجنوح، مؤسسة فورد، كما كانت رئيسة سابقة لورشة روابط السلوك بسوء التغذية، وعضو في ورشة أطفال الناجين من الهولوكوست خلال الفترة (1981 ـ 1995).

تشارك غالر مشاركة فعالة في لجان الكونغرس الأمريكي وفي مجالس كثير من المنظمات الإنسانية بما في ذلك لجنة الاستشارات العلمية في مؤسسة جوزيف ب. كنيدي، هيئة مدراء صندوق أبحاث Trasher، في مدينة سولت ليك، وهيئة مدراء مجلس نيو إنغلاند لطب نفس الأطفال ومستشفى دوغلاس. أ ثوم في بوسطن.

هوارد ي. غاردنر، درجة دكتوراه

لقد قام هوارد غاردنر، وهو التربوي المعروف على نطاق واسع نظراً لجهوده في ميادين علم النفس النمائي، وعلم النفس العصبي، وعلم التربية، وعلم الجمال والعلوم الاجتماعية، قام بكتابة أكثر من 353 مقالة نشرت في مجلات علمية، كما وضع 20 كتاباً و166 مقالة تتعلق بموضوعات محددة إضافة لبعض المقدمات وعروض الكتب. وقد تُرجِم كتابه «أطر العقل: الأنواع المتعددة للذكاء» (1983) إلى أكثر من 10 لغات أجنبية، واختير من قبل ثلاثة نوادي للكتب وحصل على جائزة التفوق من National Psychology. وأحدث كتاب له هو «إعادة تأطير الذكاء» (1999).

قضى هوارد غاردنر أكثر من 25 سنةً وهو يجري الأبحاث ويكتب عن الإبداع وبالإضافة لكتاب «أطر العقل» ألف كتباً أخرى تبحث في شؤون التجربة الإبداعية: «الفن والعقل والدماغ: معالجة معرفية للإبداع» (1982)، «الثقافة الفنية والتطور البشري» (1990)، «الأنواع المتعددة للذكاء: تطبيق النظرية» (1993)، «العقول المبدعة: تشريح الإبداع من خلال سِيَر حياة فرويد وأينشتاين وبيكاسو، وسترافنسكي وإليوت وغراهام وغاندي» (1993)، وألف بالاشتراك مع إيما لاسكين «عقول قيادية: تشريح القيادة» (1997)، «عقول متميزة: صور أفراد استثنائيين وفحصٌ لتميزنا»

(1997)، «العقل المنضبط: ما الذي يجب أن يفهمه كل الطلاب» (1999).

ويعمل غاردنر حالياً أستاذاً للمعرفة وعلم التربية لدى (John H. & Elisabeth A. Hobbs 1998- حتى الوقت الحالي)، ومديراً شريكاً (1972 ـ حتى الوقت الحالي) ورئيساً للجنة توجيه الأعمال (1995 حتى الوقت الحالي) لمشروع Harvard Project Zero في المعهد التربوي لدراسات التخرج في جامعة هارڤارد. وهو أستاذ مساعد للأبحاث لعلم الجملة العصبية في المعهد الطبي بجامعة بوسطن (1987 ـ حتى الوقت الحالي) وعضو في هيئات التحرير لمطبوعات Creativity Research Journal , Journal of Creative Behavior , The Handbook of Neuropsychology.

ولد هوارد غاردنر في 11 تموز 1943، وتخرج بدرجة امتياز فائق في كلية هارڤارد سنة 1965، درس الفلسفة وعلم الاجتماع في معهد لندن للعلوم الاقتصادية بموجب منحة فرانك نوكس (1965 ـ 1966) وحصل على درجة الدكتوراه في علم النفس النمائي Developmental Psychology سنة (1971). خلال الفترة 1971 ـ 1972، كان زميلاً لدراسات ما بعد الدكتوراه في المعهد الطبي بجامعة هارڤارد وفي مركز الأبحاث Aphasia في جامعة بوسطن. في سنة 1972، التحق بالهيئة التدريسية في جامعة هارڤارد، وفي سنة 1987، حصل أيضاً على منصب في الهيئة التدريسية في المعهد الطبي في جامعة بوسطن.

إن أسلوب مقاربة غاردنر للإبداع، المبني على أساس عدة فروع معرفية، قد هيأ له الحصول على عدة جوائز وعضويات ودرجات فخرية بما فيها، عضوية جائزة ماك آرثر (1981 ـ 1986)، وجائزة غروميير في علم التربية من جامعة لويز فيل (1990)، درجة الدكتوراه Honoris Causa في الموسيقى من كونسرفاتوار نيو إنغلاند للموسيقى (1993)، ميدالية معهد المدرسين للخدمات المتميزة في مجال التربية، معهد المدرسين، جامعة كولومبيا (1994)، زميل في مراكز الدراسات المتطورة في العلوم السلوكية، جامعة ستانفورد (1994 ـ 1995)، جائزة الإنجاز المتميز للتفوق في

الصحافة التربوية، الجمعية الأمريكية للمطبوعات التربوية (1996)، وكان أحد موضوعات معرض «رواد علم التربية المعاصرون» في متحف علم التربية، كولومبيا، كارولينا الجنوبية (1998)، درجة الدكتوراه في المعارف الإنسانية، honoris causa من جامعة برنستون وجامعة تل أبيب (1998)، جائزة Presidential Citation من جمعية علم النفس الأمريكية (1998)، جائزة جون ب. ماكغفرن في العلوم السلوكية، جمعيات معهد سميثسون للمِنَح (1998) وجائزة ووكر، متحف العلوم، بوسطن (1999).

وهو أيضاً عضو في الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم، ونائب رئيس سابق للأكاديمية الوطنية للثقافة، والأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم.

فرنسواز جيلو، بكالوريوس فلسفة

كرّست فرانسواز جيلو نفسها للرسم منذ أول معرض للوحاتها في صالة Madeleine Decre في باريس، وكانت حينذاك في الثانية والعشرين من العمر. واعتباراً من سنة 1951، أي عندما عرضت لوحاتها في صالة La Hune في باريس، شكّلت أعمالها جسراً يصل باريس بالمشهد الفني الأمريكي المعاصر. عُرضت أول أعمالها في عدة صالات في باريس وإنكلترا ونيويورك وألمانيا وإيطاليا. وتسعى لوحاتها، التي تأثرت في سنيها الأولى بالعلاقة التي جمعتها مع پيكاسو وماتيس، تسعى لإرساء قواعد نظام بصري عن طريق لغة الرموز التي لا يحدّها زمن.

ولدت جيلو سنة 1921 في Neuilly- Sur - Seine في فرنسا، وهي ابنة أحد رجال الصناعة الفرنسيين. تخرجت في جامعة باريس سنة 1938، حصلت على درجة البكالوريوس في الفلسفة وعلى دبلوم في الأدب الإنكليزي من المعهد البريطاني (جامعة كمبردج) في باريس سنة 1939. وخلال الفترة 1939 ـ 1942، درست القانون والأدب في جامعة باريس.

وخلال السنوات الأربعين التي تلت معرضها الأول، عُرضت لوحات جيلو في كل أنحاء العالم وهي تشكل مجموعات دائمة للكثير من المتحف، منها متحف الفن المعاصر في باريس، متحف پيكاسو في

أنتيب، فرنسا، متحف تل أبيب، متحف السيدات في مدينة واشنطن، متحف الفن المعاصر في نيويورك، متحف إل باسو للفن، تكساس، متحف جامعة نيوميكسيكو، ألبوكويرك، نيوميكسيكو، المتحف الجامعي للفن، جامعة ولاية كاليفورنيا، لونغ بيتش، كاليفورنيا، وفي المجموعة الدائمة في كلية سكريبس، كلارمونت، كاليفورنيا.

قامت جيلو بتصميم الإعدادات المسرحية والأزياء لخمسة عروض مسرحية تضمنت «عند حافة الكلمات» (1952)، «هرقل» على مسرح الشانزيليزيه في باريس (1953)، «ساتيافان: شَفَق الحلم» في قاعة متحف سولومون ر. غوغينهايم (1985)، «شي - مي» في مركز ووكر للفنون (1987)، «السباعي» septet، في متحف الفن المعاصر في سان دييغو.

فرانسواز جيلو معروفة أيضاً بعملها في نماذج الطبع والمونوتيب monotype الأصلية. وهي تسهم بتقديم النص والمقدمات لكتيبات بعض من أهم معارضها الخاصة، ويتضمن ذلك المعارض التي أقيمت في معرض پيكاسو، في أنيتب، فرنسا (1987)، وفي مركز جورج بومبيدو الوطني في باريس (1990)، وفي متحف فيليب وميري برمان للفن في كلية أورسينوس، پنسيلفانيا (1995) (1997)، وفي صالة Fall Galerie في باريس (1998) وفي صالة ايلكون في نيويورك (1998). وقد أبدعت نماذج أصلية للطباعة على الحجر للأعمال التالية: Pouvoir Tout Dire، لبول إيلوار (1951)، Pages d'Amour لأندريه فيرديت (1951)، Infus Amour لأندريه ميغيل (1952)، إضافة لإعداد رسوم لكتاب كوليت Break of Day (1983)، وكتاب ليزا ألثير Birdman and the Dance (1993).

ورغم أن الرسم هو ميدان الاهتمام الرئيسي لدى جيلو، إلا أنها أيضاً كاتبة وفنانة بصرية. وقد ألفت ستة كتب منها كتابها الواسع الرواج «الحياة مع پيكاسو» (بالاشتراك مع كارلتون ليك) (1964)، «ماتيس وپيكاسو»، صداقة في الفن (1990)، وفي سنة 1996، Picasso et la 1946 Mediterranee Retrouvee.

خلال الفترة 1976 ـ 1983، كانت جيلو رئيسة مشروع Isomata، في

قسم الفنون الجميلة في جامعة ساذرن كاليفورنيا، كما كانت، لمدة خمس سنين في سبعينيات القرن العشرين، المديرة الفنية لفصلية «فيرجينيا وولف كواترلي».

بينوا ب. مانديلبروت، درجة دكتوراه

يشغل بينوا ب. مانديلبروت منصب Abraham Robinson professor للعلوم الرياضية في جامعة ييل، وهو زميل فخري في IBM (في العلوم الفيزيائية) في مركز IBM T. J. Watson للأبحاث. قضى مانديلبروت ما يقرب من خمسين سنةً وهو يسعى لإيجاد معيار للنظام في الظواهر الفيزيائية أو الرياضية أو الاجتماعية التي تتميز بوفرة المعطيات فيها ولكن بتغير مفرط في نماذجها. إن القيمة الجمالية المدهشة لكثير من مكتشفاته وجدواها التي لم يكن ليتوقعها أحد في مجال التدريس، جعلت منه ناطقاً بليغاً باسم «وحدة المعرفة والشعور».

وقد برز اسم مانديلبروت على أنه مؤسس الهندسة الكسرية ومؤلف كتابيّ الكسريات: (Les Objets Fractals 1975، 1984، 1989، 1995، وقد تُرجم إلى اللغات الصينية والإيطالية والإسبانية والبرتغالية والرومانية والبلغارية والباسكية) و(الهندسة الكسرية في الطبيعة The Fractal Geometry of Nature 1982 وقد تُرجم إلى اللغات الصينية والكورية واليابانية والإسبانية والألمانية). وقد استهل مجموعته المؤلفة من عدة مجلدات Selecta بكتاب: Fractals and Scaling in Finance : Discontinuity, Concentration, Risk [1997], Fractales , Hazard et Finance [1997] and Multifractals and 1 / f Noise: Wild Self - Affinity in Physics [1999].

مانديلبروت هو زميل الأكاديمية الأمريكية للعلوم، وزميل أجنبي في الأكاديمية الأمريكية القومية للعلوم، وعضو أجنبي في الأكاديمية النرويجية للعلوم والآداب، وعضو دائم في الأكاديمية الأوربية للعلوم والفنون والآداب.

وقد حصل سنة 1993 على جائزة وولف في الفيزياء، كما حصل

على جوائز أخرى تشمل وسام ف. برنارد للخدمات المتميزة في ميدان العلوم (Magna est Veritas) وذلك سنة 1985)، وقد منحته إياها الأكاديمية الأمريكية القومية للعلوم وجامعة كولومبيا، ووسام فرانكلين للخدمات البارزة والمتفوقة في ميدان العلوم من مؤسسة فرانكلين في فيلاديلفيا، وذلك سنة 1986، وسام Charles Proteus Steinmetz من IEEE وكليو يونيون، وذلك سنة 1988، الجائزة (الأولى) للعلم من أجل الفن من Moet-Hennessy - Louis Vuitton وذلك سنة 1988، جائزة هارڤي للعلوم والتكنولوجيا، من تكنيون في حيفا، وذلك سنة 1989، جائزة نيفادا سنة 1991 وجائزة هوندا سنة 1994. كما حصل على جائزة الأداء المتميز الخاصة بالإنجاز المتفوق من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا وجائزة Alexander Von Humboldt من Humboldt Preis Stiftung.

مانديلبروت هو خريج معهد «إيكول بوليتيكنيك» في باريس، حصل على درجة الماجستير في العلوم ودرجة مهندس في علوم الطيران من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، ودرجة دكتوراه في العلوم الرياضية من جامعة باريس. تلقى درجات دكتوراه فخرية من عدد من الجامعات بما فيها جامعة بوسطن، جامعة ستيت يونيڤيرستي أوف نيويورك، جامعة Guelph، جامعة بوينس أيريس، جامعة سانت أندروز وجامعة بريمن وجامعة تل أبيب.

لم يكن لمانديلبروت مدرّس رسمي، لكن أعماله الأولى تأثرت كثيراً ببول ليڤي ونوربيت وينر وجون ڤون نيومان. قبل أن يلتحق بشركة IBM، عمل لدى CNRS في باريس، وفي معهد ماساتشوسيتس للتكنولوجيا وفي معهد برنستون للدراسات العليا وفي معهد إيكول بوليتيكنيك. وبعد أن ترك شركة IBM، عمل محاضراً لدى معهد ماساتشوسيتس للتكنولوجيا وأستاذاً زائراً للاقتصاد، وفيما بعد للرياضيات التطبيقية ومن ثم للرياضيات في جامعة هارڤارد، وأستاذاً للهندسة في جامعة ييل، وأستاذاً للفيزيولوجيا في كلية آلبرت آينشتاين للطب، وللرياضيات في جامعة باري - سود، وأستاذاً في تطبيق الرياضيات في جامعة هارڤارد. في سنة 1995، عمل

أستاذَ أكاديمية العلوم لدى معهد بوليتيكنيك في باريس. في سنة 1999، قام بزيارة كمبردج، في المملكة المتحدة، بصفة زميل زائر شغل منصب ج. س. ستيوارد، كلية Gonville and Caius وبصفة Scott Lecturer، مخبر كافنديش وكان عضواً في معهد إسحق نيوتن للعلوم الرياضية.

جورج ي. پالِد، إجازة في الطب

جورج ي. پالِد هو أحد مؤسسي علم بيولوجية الخلية الحديث. وقد قام، عن طريق استخدام المجهر الإلكتروني والطرق الكيميائية الحيوية، بوصف كثير من المكوِّنات ما دون الخلوية لأول مرة. وقد أدى عمله الرائد في مجال بيولوجية الخلية ـ في سنيه الأولى بالاشتراك مع أ. كلود وك. ر. بورتر وس. دودوف ـ أدى إلى خلق فرع معرفي جديد وذلك عن طريق إسناد وظائف مختارة من وظائف الخلية إلى تراكيب دون خلوية محدَّدة. في سنة 1974، مُنح جائزة نوبل في الفيزيولوجيا والطب، وقد تقاسمها مع أ. كلود ومع س. دودوف.

بالإضافة لكونه عميد الشؤون العلمية في جامعة كاليفورنيا، سان دييغو، يعمل جورج ي. پالِد أستاذاً مقيماً للطب في جامعة كاليفورنيا، سان دييغو، المعهد الطبي في La Jolla، كاليفورنيا.

ولد پالِد في جاسي، في مولدافيا، رومانيا، حصل على شهادة الدكتوراه في الطب في بلده رومانيا، وقد شغل منصباً في الهيئة التدريسية في معهد التشريح في جامعة بوخارست إلى أن ذهب إلى معهد روكفلر في نيويورك. عمل باحثاً زائراً في قسم البيولوجيا سنة 1946، وفي السنتين التاليتين، عمل باحثاً زائراً في قسم علم الأمراض وعلم الجراثيم. في سنة 1948 أصبح أحد أعضاء الهيئة التدريسية. وخلال الفترة 1956 ـ 1973، كان أستاذ مخبر بيولوجية الخلية، وخلال الفترة 1961 ـ 1973، كان رئيس مخابر بيولوجية الخلية في جامعة روكفلر. خلال الفترة 1973 ـ 1990، شغل منصباً في الهيئة التدريسية في جامعة ييل، وكان رئيس قسم بيولوجية الخلية. في سنة 1990، التحق بالهيئة التدريسية لجامعة كاليفورنيا، سان دييغو.

أنجز پالِد ما يزيد عن 186 مطبوعة متميزة حول تعضي Organization المادة الحية. وقام بالاشتراك مع عدة علماء كيمياء حيوية مرموقين، بشرح تركيب ووظائف المكوِّنات الرئيسة للخلية (أي الفتائل الخيطية mitochondria والنسيج الشبكي للبلازما داخل الخلية endoplasmic reticulum والأجسام الريبية ribosomes). وبالإضافة لما سبق، قام بوصف نقاط التشابك العصبي في المنظومة العصبية، وسمات التركيبة العضلية والخاصيات التشَكُلية morphological والوظيفية للبطانة الوعائية Vascular endothelium. يمكن القول إن باليد قدم إسهاماً جليلاً في ما يتعلق بفهمنا لتركيب ووظيفة العضويات الحية خلال القرن الحالي.

وقد لقي عمله الريادي تكريماً عن طريق منحه عدداً من الجوائز الرفيعة إضافة لاثنتي عشرة دكتوراه فخرية بما فيها درجات فخرية من جامعة ييل، جامعة كولومبيا، جامعة روكفلر، جامعة سيينا في إيطاليا، جامعة باريس، سود، جامعة جاسي في رومانيا، مؤسسة سكريبس للأبحاث في La Jolla، جامعة روما La Sapienza في روما وجامعة ميلانو. ولقاء إسهاماته المتميزة في العلوم، نال جائزة Warren Triennial (1962)، وجائزة Passano (1964) وقد تقاسمها مع ك. ر. بورتر. وجائزة Lasker (1966)، وجائزة Gairdner Special Award (1967) وجائزة Louisa Gross Howrwitz (1970) (وقد تقاسمها مع آ. كلود وك. ر. بورتر)، جائزة ديكسون (1971)، وجائزة نوبل في الفيزيولوجيا والطب (1974) (وقد تقاسمها مع أ. كلود وس. ديدوف). كما نال پالِد أيضاً جائزة Brown - Hazen (1983)، ووسام Schleiden Medallie من أكاديمية Leopoldina (1985)، وجائزة هنري غري (1986)، والميدالية الوطنية للعلوم (1986).

كارل بفننغر، إجازة في الطب

كارل هـ. بفننغر هو أستاذ ورئيس قسم البيولوجيا الخلوية والبنيوية في المعهد الطبي بجامعة كولورادو.

ولد بفننغر سنة 1944، نشأ في سويسرا وحصل على إجازة في

الطب من جامعة زيوريخ سنة 1971. خلال دراسته كطالب طب كان ملتزماً بعلوم الجملة العصبية وكان يقوم بأبحاث تجريبية على نقاط التشابك العصبي بالاشتراك مع د. ك. أكيرت في معهد الأبحاث الخاصة بالدماغ في جامعة زيوريخ. بعد تخرجه تلقى أولاً تدريباً في جامعة واشنطون في سانت لويس، ميسوري، ومن ثم تدرب مع جورج پالِد في جامعة ييل في قسم بيولوجيا الخلية.

في سنة 1976، انضم إلى الهيئة التدريسية في كلية الأطباء والجراحين في جامعة كولومبيا في نيويورك بصفة أستاذ مساعد (وذلك في سنة 1981)، ومن ثم بصفة أستاذ التشريح وبيولوجية الخلية (1982 ـ 1986). وفي سنة 1986، عمل لدى جامعة كولورادو كأستاذ ورئيس قسم البيولوجيا الخلوية والبنيوية في المعهد الطبي. في سنة 1990، قام بالاشتراك مع الدكتور س. وندل بنشر الكتاب التدريسي «أساسيات بيولوجية الخلية».

تشمل اهتماماته البحثية آليات النمو العصبي الموجَّه والتحكم بهذا النمو، تنظيم التلاصق الخلوي cell adhesion ونشاط امتداد القدم الكاذبة pseudopod وحركة الخلية السرطانية وغَزْوِها للأنسجة السليمة invasiveness. أسهم إسهاماً كبيراً في فهم السمات الجزيئية لنمو الأعصاب ووظيفة مخروط النمو في الدماغ قيد التطور. يتجاوز عملُه الحدودَ الفاصلة بين بيولوجية الخلية الجزيئية وبيولوجية الأعصاب والبيولوجية النمائية.

بالإضافة إلى الأبحاث والتدريس، تبوأ بفننغر عدة مناصب إدارية واستشارية. وهو يشغل عدة مناصب قيادية في جامعة كولورادو، وكان رئيساً سابقاً للهيئة الاستشارية العلمية ومجموعة Colorado Cancer League (1998 - 1999)، وشغل منصب رئيس قسم الدراسات في المعهد الصحي القومي خلال الفترة 1992 ـ 1994، وهو رئيس سابق لهيئة مدراء جمعية التشريح وبيولوجية الخلية وعلم الجملة العصبية.

تشمل مظاهر التقدير التي لقيها بفننغر عدة مِنَح لزمالات سويسرية وأمريكية. في سنة 1977 نال جائزة C. J. Herrick في علم الجملة العصبية

المقارَن وجائزة I. T. Hirschl وهو أحد الباحثين الأمريكيين القلائل الذين حصلوا لمرتين متتاليتين على جوائز Sen. Jacob Javits Neuroscience Investigator (1984 -1991) و1991 ـ 1998) وذلك من المعهد الصحي القومي.

ديڤيد ي. روجرز، إجازة في الطب

طبيب وتربوي ومؤلف وفنان. نال ديڤيد إليوت روجرز إجازة الطب من جامعة كورنيل في سنة 1948 وكرَّس الشطر الأعظم من حياته المهنية لدراسة الأمراض السارية، التي ضَمَّ إليها مؤخراً، مرض نقص المناعة المكتسب (الإيدز). لاقت إسهاماته الكبرى، في مجال الأمراض السارية والرعاية الصحية ووسائل تقديمها ومشكلة الإيدز، تقديراً كبيراً وذلك عن طريق تلقيه جوائز عدة تتضمن سبع درجات فخرية. وهو، بالإضافة لذلك، فنان متميز بالنحت بالخشب وقد أقام عدداً من المعارض الفردية.

ولد روجرز في مدينة نيويورك في 17 آذار سنة 1926، درس في جامعة ولاية أوهايو خلال الفترة 1942 ـ 1944، حصل على إجازة في الطب من كلية الطب في جامعة كورنيل سنة 1948. وبعد فترة تدريب كطبيب مقيم في مستشفى جون هوبكنز، شغل منصب زميل في دراسات ما بعد الدكتوراه في هيئة خدمة الصحة العامة الأمريكية وذلك في قسم الأمراض السارية في مستشفى نيويورك، أصبح طبيباً ممارساً. عُيِّن أول أستاذ للطب من جامعة والش ماكديرموت في مستشفى نيويورك ـ المركز الطبي لجامعة كورنيل، خلال الفترة (1986 ـ 1994)، توفي سنة 1994.

خلال خمسينيات القرن العشرين، كان روجرز يشغل منصب زميل رئيسي في الطب Lowell M. Palmer وذلك خلال الفترة (1955 ـ 1957) كما كان رئيس قسم الأمراض السارية في كلية الطب في جامعة كورنيل في مدينة نيويورك وذلك خلال الفترة (1955 ـ 1959). وفي الوقت نفسه، كان يشغل مناصب أكاديمية في مؤسسة روكفلر للأبحاث الطبية المجاورة للجامعة في مدينة نيويورك.

وبالإضافة لكونه أستاذاً ورئيساً لقسم الطب في جامعة فينديربيلت

خلال الفترة 1959 ـ 1968، كان يشغل أيضاً منصب رئيس الأطباء في مستشفى جامعة فينديربيلت. وفي سنة 1968، أصبح أستاذاً وعميد المعهد الطبي في Johns Hopkins وبعدها نائب رئيس الشؤون الطبية. خلال الفترة 1972 ـ 1986، شغل منصب رئيس في مؤسسة Robert Wood Johnson في برنستون، نيوجيرسي. ألّف كتاب «الطب الأمريكي: تحدي الثمانينيات» كما كان رئيس تحرير «الحولية الطبية» خلال الفترة 1966 ـ 1993.

وتقديراً لأبحاث روجرز ومعالجته للأمراض السارية، وبخاصة مرض الإيدز، كان أستاذاً زائراً في عدة جامعات. كما عمل بصفة مستشار لدائرة الجراحين العامة، ودائرة خدمات الصحة العامة، و HEW، وعضواً في الهيئة الاستشارية العلمية في مستشفى سكريبس وفي مؤسسة الأبحاث. شغل منصب رئيس اللجنة الوطنية لشؤون الإيدز خلال الفترة 1989 ـ 1993، ومنصب المستشار الرئيسي للأكاديمية الطبية في نيويورك (1990 ـ 1994).

تشمل جوائز التقدير التي حصل عليها: جائزة جون ميتكالف بولك، جائزة ألفريد موريتز من المعهد الطبي في جامعة كورنيل (1948)، جائزة Flexner (1986) جائزة John w. Gardner Leadership (1991)، جائزة Special Recognition من الكلية الأمريكية للطب الوقائي (1993)، جائزة John Sterns للإنجاز الطبي مدى الحياة (1994) وجائزة Gustav O. Lienhard (1993).

شكّل نحت الخشب جزءاً هاماً من حياته، وكان يقوم، منذ مطلع شبابه، بجمع قطع الخشب الغريبة الشكل. تركزت أعماله على الشكل البشري وأشكال الحيوانات، وفي السنوات الأخيرة، دُعي لإقامة معرض لمنحوتاته في الجامعات والصالات الخاصة.

ڤاليري ريد شوبيك، درجة دكتوراه

شمل مجال دراسة ڤاليري ريد شوبيك كلاً من الفنون والأدب الإنكليزي والأدب الأمريكي. قامت بالتدريس في جامعة نبراسكا وفي

جامعة جورج واشنطن في مدينة واشنطن وقد أكسبتها حياتها العملية، ككاتبة سِيَر ومحررة مساعدة لمجلتين علميتين وكاتبة مقالات علمية مبسَّطة إضافة لتدريبها في مجال الفنون الجميلة، أكسبها كل ذلك قاعدة عريضة استثنائية مكّنتها من المشاركة في تحرير هذا الكتاب المعقد الذي يحوي مقالات تغطي عدة فروع معرفية.

نالت شوبيك درجة البكالوريوس من جامعة إيتاكا، نيويورك، حيث تخصصت في الكتابة الإبداعية والتاريخ. اشتركت في برنامج تدريسي خاص برعاية ديڤيد ديتشيز، كما درست ميلتون مع ويليام كيست. بعد اشتراكها في ورشة إبداعية مع هيلين فرانكينثالر، تدربت على الرسم في معهد الفنون في شيكاغو الللينويز. انتقلت إلى أوماها، نبراسكا ونالت درجة بكالوريوس في الفنون الجميلة من جامعة نبراسكا سنة 1972 بعد أن درست ثلاث سنوات في معهد الفنون في شيكاغو. قامت بتدريس مادة الفنون في جامعة نبراسكا بصفة خريج مساعد مع وين هيغبي، عملت موظفة في مجلس الحِرَف الأمريكي، فرع نبراسكا، واستمعت لأول مرة لمحاضرة ألقاها ديل تشيهولي عندما كانت ممثلة نبراسكا في الاجتماع الوطني. كانت عضواً في لجنة النحت في الأماكن العامة، ورئيسة لجنة Riverfront Urban Renewal Arts، قامت بإلقاء محاضرات في المدارس الرسمية وأسست ستوديو Unicorn مع رسام وفنان خزف يعمل في الاستوديوات. عملت مع عدة فنانين وحِرَفيين مرموقين في مركز Anderson Ranch Art Center في أسبن، كولورادو.

في سنة 1976، حصلت على درجة الماجستير من جامعة نبراسكا في أوماها ومن ثم درجة الدكتوراه في الأدب الإنكليزي من جامعة نبراسكا في لنكولن، نبراسكا. وهي حالياً عضو فرع نبراسكا في جمعية Educational Honorary. كانت أطروحتها، وهي تحليل للروح الفلسفية العامة في الأعمال الرئيسة للكاتبة الأمريكية ويللا كاثير، من بين أول الأطروحات التي تناقش أعمال إحدى الكاتبات. كتبت مقالات حول علاقة السير ي. مينوحين وويللا كاثير وذلك على أساس مجموعة من الرسائل

كان الموسيقي قد أعطاها إياها، كما حاضرت في جامعة Brigham Young حول «بُعْدٌ جديد: السنوات الأفضل ورسائل مينوحين». وقد نُشرت مقالتها المعنونة بإسم: «العيش في بحر من المواد المسرطنة «في Harper's عندما كانت في قسم الأدب الإنكليزي في جامعة نبراسكا.

في سنة 1980، درست اللغة الألمانية في جامعة Heidelberg لمدة سنة واحدة، عملت في Deutsches Krebsforschungszentrum كمحررة للمواد العلمية. نشرت كتاباً تدريسياً حول علم الأورام، تجري ترجمته إلى اللغة الصينية، لديتير شماهل، وهو أستاذ ورئيس قسم المعالجة الكيميائية في Deutsches Krebsforschungszentrum، إضافة لمخطوطات علمية للبروفيسور جورج كولار وآخرين.

خلال الفترة 1986 ـ 1989، كانت عضواً مساعداً رئيساً في كلية Antony's College، في أكسفورد. وحصلت، في ذلك الوقت، على منحة Hokin للدراسات العليا في الأدب الإنكليزي. عندما كانت تعمل أستاذاً مساعداً في جامعة جورج واشنطن في مدينة واشنطن (1989)، صممت منهاجاً جديداً في المحاضرات حول الكتابة الفنية. عملت خلال السنوات الخمس الماضية، محرراً مساعداً في اثنتين من المجلات العلمية العالمية، Cancer Letters & Teratogenesis , Carcinogenesis and Mutagenesis ولاتزال مستمرة في تحرير المجلة الأخيرة. تقوم حالياً بإعداد سيرة حياة ويللا كاثير. تشغل، في الوقت الحالي، منصب عضو في Common Room في كلية Green، في جامعة أكسفورد.

غونتر س. ستينت، درجة دكتوراه

في سنة 1948، ذهب غونتر ستينت إلى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا كزميل لدراسات ما بعد الدكتوراه في المجلس الوطني للأبحاث، وذلك للانضمام إلى مجموعة العاثيات phage التابعة لماكس ديلبروك، وهي المصدر الرئيسي لفرع معرفي دُعي، بعد بضع سنوات، باسم «البيولوجيا الجزيئية». كان ستينت في الهيئة التدريسية لجامعة كاليفورنيا، بيركيلي

اعتباراً من سنة 1952، وذلك كأستاذ البيولوجيا الجزيئية اعتباراً من سنة 1959، وكرئيس للقسم خلال الفترة 1980 ـ 1992 وكأستاذ فخري لبيولوجيا علم الجملة العصبية اعتباراً من سنة 1994. ينصبُّ اهتمامه في أبحاثه الحالية على تطور الجملة العصبية.

إلى جانب تأليف كتب تدريسية علمية والمساهمة في الأدبيات العلمية ضمن مجاله، قام ستينت أيضاً بمعالجة تاريخ العلوم وغيبياتها. وتراوح مواضيع أعماله ما بين البيولوجيا الجزيئية الجرثومية في سنواته الأولى، وبين علم الجملة العصبية وتاريخ فلسفة العلم في السنوات الأخيرة. ألف كتاب «العاثي phage وأصول البيولوجيا الجزيئية» بالاشتراك مع كيرنز وج. د. واطسون (1966، 1992). وتلاه كتاب «مجيء العصر الذهبي» (1969)، جاء بعده كتاب «مُفارَقات التقدم» (1978). وكتاب «المبادئ الأخلاقية كظاهرة بيولوجية» (1978، 1981). في سنة 1980، كتب دراسة نقدية لمؤلَّف ج. د. واطسون «التركيب اللولبي المزدوج» وأتبع ذلك بكتاب «الحقيقة واليقظة الروحية، غيبيات العلوم والفلسفة الشرقية» (1980). شهد خريف 1998 ظهور سيرته الذاتية بشكل مذكرات، «النازيون والنساء والبيولوجية الجزيئية: مذكرات إنسان محظوظ يكره نفسه».

ولد ستينت في برلين سنة 1924، هرب من ألمانيا النازية سنة 1938 واستقر في شيكاغو حيث التحق بنفس المدرسة الثانوية التي كان جيمس واطسون يدرس فيها. درس الكيمياء الفيزيائية في جامعة اللينويز (درجة البكالوريوس سنة 1945 ودرجة الدكتوراه سنة 1948). كان منصبُ زميل في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا هو أول منصب يشغله. حصل على زمالة في المؤسسة العلمية الوطنية في كلٍ من جامعتَيْ كيوتو وكامبردج في ستينيات القرن العشرين، تبع ذلك زمالة Guggenheim في معهد هارڤارد الطبي في بوسطن. خلال الفترة 1985 ـ 1990، كان زميلاً في معهد الدراسات العليا في برلين، خلال الفترة 1990 ـ 1992 شغل منصب باحث مقيم Fogarty في المعاهد الصحية الوطنية في بيثيسدا، ميريلاند. وهو حالياً عضو غير مقيم في معهد ماكس بلانك لعلم الوراثة الجزيئي في برلين.

شغل ستينت عدة مناصب قيادية وطنية ودولية وتم تكريم إسهاماته الرائدة المتعددة وذلك عن طريق حصوله على عدة جوائز منها وسام (Runstrom ستوكهولم)، 1986، ووسام (Urania برلين) 1990.

البروفيسور ستينت هو عالم - فيلسوف معروف بتفسيره للمُفارَقات العلمية ولإسهاماته في العلوم الأساسية. وهو عضو في الأكاديمية الوطنية للعلوم، والجمعية الفلسفية الأمريكية والأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم Akademie der Wissenschaften und der Literatur , and the the Max - Planck Gesellschaft Mainz والأكاديمية الأوربية للعلوم والفنون.

تشارلز ف. ستيڤنز، دكتوراه في الطب

تتركز ابحاث تشارلز ستيڤنز على الآليات المسؤولة عن النقل transmission بين نقاط التشابك العصبي. يعالج ستيڤنز هذه المشاكل - التي تعتبر مركزية لفهم وظيفة الدماغ - بأسلوب يجمع بين عدة فروع معرفية، ويلجأ إلى الجمع بين البيولوجيا الجزيئية والفيزيولوجيا الكهربية والتشريح إضافة للأساليب النظرية. يبحث ستيڤنز في العصبونات في مزارع الخلية وفي الشرائح الدماغية، كما يبحث في وظيفة بروتينات الأغشية المنفردة ذات الأهمية في ما يتعلق بالنقل العصبي. يعتقد ستيڤنز، وذلك على أساس الأبحاث الجارية على تركيب الدماغ ووظيفته، أن مبادئ تنظيم الدماغ تقدم لنا نظرة معمقة في ما يخص التجربة الجمالية. فالطريقة التي نتذوق بها الرسوم التخطيطية ونرى بها اللون، مثلاً، تستند إلى التنظيم الأساسي للدماغ. يتحدد التذوُّق الفني عبر وظيفة الدماغ كما أن القيود التي تفرضها إمكانات المعالجة في الدماغ هي التي تصوغ شكل اللغة الفنية.

قبل تعيينه في معهد سالك شغل ستيڤنز مناصب تدريسية في المعهد الطبي في جامعة واشنطن وفي المعهد الطبي في جامعة ييل. في سنة 1990، أصبح أستاذ البيولوجيا العصبية الجزيئية في معهد سالك وأستاذاً مساعداً في علم العقاقير وعلم الجملة العصبية في جامعة كاليفورنيا في سان دييغو. وهو أيضاً باحث في المعهد الطبي Howard Hughes. وبالنظر

لكونه مدرساً وباحثاً فقد أسهم بالكثير في مجال علم الجملة العصبية الجزيئي ولجأ لاستخدام مجموعة من الطرق وذلك لشرح الأساس الجزيئي لعملية إفراز النواقل العصبية عند نقاط التشابك العصبي.

في سنة 1956، تخرج ستيڤنز بدرجة بكالوريوس في علم النفس من جامعة هارڤارد، كامبريدج، ماساتشوسيتس. نال درجة الماجيستير من المعهد الطبي في جامعة هارڤارد في نيو هاڤن، كونيكتيكت سنة 19660، ومُنِحَ درجة الدكتوراه في الفيزياء الحيوية biophysics من قِبَل جامعة روكفلر، نيويورك سنة 1964.

أكسبته إسهاماته في علم الجملة العصبية الجزيئي درجات التقدير وجوائز عدة خلال الفترة 1996 ـ 1970، كان باحثاً زائراً في معهد لورنتز للفيزياء النظرية في جامعة Leiden في هولندا. نال جائزة Alden Spencer من جامعة كولومبيا سنة 1979، شغل منصب Grass Nationa Lecturer في جمعية علم الجملة العصبية سنة 1981، وهو عضو في أكاديمية العلوم الوطنية منذ سنة 1982 وعضو في الأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم.

خلال السنوات العشر الماضية، تركز اهتمام ستيڤنز على الآليات الكثيرة التي تستخدمها المنظومة العصبية المركزية للتنظيم القصير الأمد والطويل الأمد لقوة نقاط التشابك العصبي، التي تُعتبر ذات أهمية مركزية لفهم أسلوب قيام الدماغ بوظائفه، وبخاصة وظيفتَيّ التَعلُّم والذاكرة.

الفهرس

العبيكان

بروس أدولف: مؤلف موسيقي وكاتب وتربوي وعازف عَمِلَ سابقاً في معهد جيلار في نيويورك. تشمل مؤلفاته، التي تزيد عن خمسين عملاً، أربع أوبرات.

توماس سيتش: أستاذ متميز في جامعة كولورادو، بولدر. نال جائزة نوبل في الكيمياء عام 1989 بعد أن أظهر دَوْرَ الحفّاز للحامض الريبي النووي (ر.ن.أ.) RNA في الاستقلاب الخلوي cellular metabolism.

ديل تشيهولي: فنان في صنع الزجاج، تُعرض منحوتاته ضمن مجموعات تعود لأكثر من 170 متحفاً في جميع أنحاء العالم.

أنطونيو داماسيو: رئيس قسم طب الجملة العصبية في جامعة أيوا، رائد في مجال علم الجملة العصبية المَعْرفي cognitive neuroscience.

جانينا غالر: أستاذة في الطب النفسي والصحة العامة ومديرة مركز التطوير السلوكي والتخلف العقلي في كلية الطب في جامعة بوسطن.

هوارد غاردنر: أستاذ في المعرفة وعلم التربية في معهد التربية للدراسات العليا في جامعة هارڤارد.

فرانسواز جيلو: فنانة وكاتبة. من بين كتبها: الحياة مع پيكاسو.

بينوا مانديلبرت: أستاذ علوم الرياضيات في جامعة بيل، يشتهر بأنه مؤسس علم الهندسة الكسرية Fractal geometry.

جورج پالِد: أستاذ الطب في جامعة كاليفورنيا، سان دييغو. نال جائزة نوبل في طب الوظائف physiology سنة 1974 نظراً لجهوده في بيولوجية الخلية.

كارل بفِيننغر: عالم دراسة الجملة العصبية، أستاذ ورئيس قسم البيولوجيا الخلوية والبنيوية cellular and structural biology في كلية الطب بجامعة كلورادو.

ديڤيد روجرز: طبيب مرموق اشتهر بجهوده في مجال الأمراض السارية، بما فيها مرض نقص المناعة المكتسب (الأيدز)، كما تَمَيَّز بمهاراته في نحت الخشب. توفي سنة 1994.

ڤاليري شوبيك: نظراً لدراستها، التي اشتملت على الفنون وعلى كل من الأدب الإنكليزي والأدب الأميركي، كانت مهنتها تتضمن العمل في مجاليّ العلوم والفنون.

غونتر ستينت: أستاذ فخري في بيولوجية الجملة العصبية neurobiology في جامعة كاليفورنيا، بيركيلي، لتميزه في علم الأحياء الجزيئي، ,molecular biology وجمعه بين العلم والفلسفة.

تشارلز ستيڤنز: أستاذ بيولوجية الجملة العصبية الجزيئية في معهد سالك SALK وأستاذ مساعد في علم الأدوية pharmacology وعلم الجملة العصبية neuroscience جامعة كاليفورنيا، سان دييغو.



موضوع الكتاب: التفكير المبدع / مؤهلات الابداع

ردمك : ISBN 9960-40-256-8

موقعنا على الانترنت:
http://www.obeikanbooks.com